

Diseño de rodillo universal para bicicletas con sistema de recuperación de energía



Grado en Ingeniería en Diseño Mecánico

Trabajo Fin de Grado

Autora: Nerea Valencia Alfaro

Director del proyecto: Juan Ignacio Latorre Biel

Tudela a 19 de Junio de 2017

RESUMEN

El propósito de este Trabajo de Fin de Grado es el diseño de un rodillo de entrenamiento para bicicleta de uso universal. Este dispositivo podrá utilizarse en diferentes aplicaciones como el entrenamiento de competición, la práctica doméstica deportiva o la realización de pruebas médicas.

Este dispositivo tendrá un subsistema mecánico capaz de soportar el peso de la bicicleta y el/la deportista, así como para transmitir el movimiento a un sistema de recuperación de energía. Además tendrá una componente electromecánica para transformar la energía mecánica en eléctrica.

Finalmente, dispondrá de un circuito eléctrico para suministrar esta energía eléctrica para la carga de dispositivos electrónicos.

Como característica adicional de interés práctico, el sistema completo será plegable para facilitar su almacenaje.

Palabras Clave:

Rodillo, bicicleta, energía renovable, sistema eléctrico.

ABSTRACT

The main purpose of the present paper is to provide the design of a bicycle training roller for universal use. The aforementioned device could be used in diverse applications such as competition training, domestic sport practice or medical testing.

The device will have a mechanical subsystem capable of supporting the weight of the bicycle and the athlete, as well as to transmit the movement to an energy recovering system. Moreover, it will also include an electromechanical component in order to transform mechanical energy into electrical energy.

Finally, it will have an electrical circuit to supply the electric energy with the purpose of charging electronic devices.

As an additional feature of practical interest, the complete system will be foldable to facilitate its storage.

Keywords:

Roller, bicycle, renewable energy, electrical system.

ÍNDICE

1.- CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1.- Contexto energético.....	1
1.2.- La capacidad energética del ser humano.....	3
1.3.- Nuevas tecnologías.....	3
1.4.- Recolección de energía.....	4
1.4.1- Generadores eléctricos	5
1.4.1.- Dinamos	7
2.- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y NECESIDADES A RESOLVER.....	9
3.- OBJETIVOS DEL TRABAJO.....	10
4.- ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO.....	11
5.- ALTERNATIVAS AL PROBLEMA PLANTEADO	13
5.1.- Planteamiento de alternativas.....	13
5.2.- Estudio de las alternativas	14
5.3.- Dispositivos de recuperación de energía y tipos de integración.	17
5.3.1.- Generadores eléctricos.	17
5.3.2.- Dinamos	20
6.- ELECCIÓN JUSTIFICADA DE UNA SOLUCIÓN.	24
6.1.- Elección de un tipo de integración.	24
6.2.- Elección del subsistema para la recuperación de energía.	24

7.- DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN.	26
7.1.- Diseño del sistema mecánico.	26
7.1.1.- Componentes mecánicos.	26
7.1.2.- Funcionamiento del sistema mecánico.	34
7.2.- Diseño del sistema de recuperación de energía.	34
7.2.1.- Componentes eléctricos.	34
7.2.2.- Funcionamiento del sistema eléctrico.	36
7.3.- Diseño completo.	39
8.- COMPROBACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES	41
8.1.- Ensayos de elementos finitos	43
8.1.1.- Cálculos.	44
8.1.2.- Resultados obtenidos.	47
9.- PRESUPUESTO.	54
10.- CONCLUSIONES.	59
11.- BIBLIOGRAFÍA.	61
12.- ANEXOS.	62
12.1- Planos de Fabricación.	63

1.- CONTEXTUALIZACIÓN

La mayoría de las personas del siglo XXI somos tan analfabetos en temas energéticos que hemos quedado reducidos a simples ‘‘abonados’’ de las corporaciones que producen y comercializan energía. Nuestra civilización se ha lanzado históricamente sobre cualquier fuente de energía disponible. Primer fueron las llamadas energías de sangre (animales domésticos, agricultores, ganaderos y esclavos humanos), luego el aprovechamiento del viento y el agua (velas, norias, etc.) hasta que de pronto se descubrió el vapor quemando madera o carbón. Después ya se llegó al paroxismo con los combustibles fósiles líquidos y la fisión del átomo. El vapor nos permitió a su vez generar un vector energético como la electricidad y la energía hidráulica.

Hoy en día la electricidad aporta la energía a un 40 % de las necesidades humanas, especialmente en el ámbito doméstico. Pero para la producción de electricidad hemos descubierto otras formas más sostenibles que el petróleo, el carbón y la fisión nuclear, que produce una peligrosa radioactividad. Estas otras formas son las llamadas energías renovables como lo son la fotovoltaica, la eólica, la mareomotriz, la minihidráulica, etc. Sin embargo, a menudo nos olvidamos de otra fuente renovable muy importante: la energía humana como fuente para producir electricidad.

A principios de los años 70 y como resultado de la crisis energética muchas personas volcaron su capacidad intelectual para buscar cómo obtener energía con sistemas autónomos y menos dependientes del petróleo. Sin duda, las energías renovables, y en especial los ingenios eólicos y solares fueron de los primeros. Pero también recibió una significativa atención la energía de propulsión humana. [1]

1.1.- Contexto energético

Las fuentes de energía se definen como recursos existentes en la naturaleza de los que la humanidad puede obtener energía utilizable en sus actividades. Son muy diversas y los métodos de generación de electricidad están en constante evolución.

Las fuentes de energía pueden clasificarse en dos grandes tipos: fuentes no renovables y fuentes renovables.

Por un lado, las fuentes de energía no renovables que se caracterizan porque son limitadas, por lo que se agotan con su utilización. [2]

Por otro lado, las fuentes de energías renovables son fuentes de energía limpia, inagotables y crecientemente competitivas. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, pero sobre todo en que no producen gases de efecto invernadero ni emisiones contaminantes.

Hoy en día proporcionar energía eficiente y limpia es un reto y cada vez va cobrando más interés, pero a pesar de ello los combustibles fósiles encabezan la lista de recursos utilizados para la generación de energía. Estos combustibles provocan daños irreparables al planeta, algo de lo que la sociedad se está empezando a concienciar, además no son infinitos y llegará un día en el que se agoten.

Como consecuencia el crecimiento de las energías limpias es imparable y representan cerca de la mitad de la nueva capacidad de generación de energía [3]. Tal y como nos muestran algunas fuentes, España produjo en abril de 2016, con agua, viento y sol más de la mitad de la electricidad que consumió, es decir, la demanda de energía eléctrica fue satisfecha en un 51,6 % por las fuentes de energía limpia, tal y como se muestra en la siguiente figura de gráficos [4]:

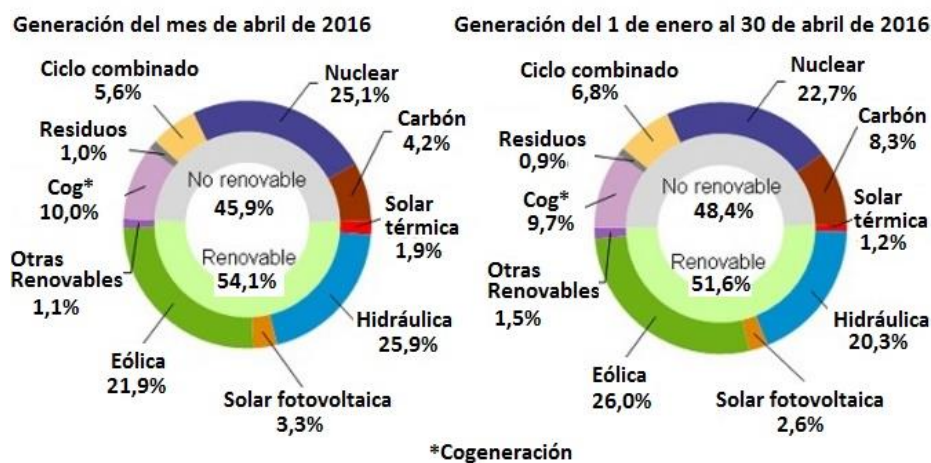


Figura 1. Generación de energía en 2016

1.2.- La capacidad energética del ser humano

La fuerza mecánica de los humanos nace de la aportación energética de los alimentos que dan movimiento a la musculatura e intervienen en el buen funcionamiento metabólico que nos permite la vida.

La potencia media energética humana, con alimentación adecuada, está alrededor de los 150 W sobre una máquina capaz de su aprovechamiento, como es una bicicleta. Un aficionado al ciclismo puede dar fácilmente unas 90 pedaladas por minuto, de los que ya se consumen unos 100 W en mover el peso de las propias piernas. Los niveles de potencia que un ser humano puede proporcionar pedaleando dependen de la fortaleza muscular, pero también del tiempo.

Por breves espacios de tiempo sobre una bicicleta se pueden desarrollar potencias de hasta 400 W, como pueden hacerlo determinados ciclistas de competición en un sprint, pero lo habitual es que para usos energéticos extendidos durante varias horas, no se supere los 50 W de potencia. Igualmente, existen diversos factores que influyen en la potencia final desarrollada por el que pedalea. El trabajo muscular depende de la interacción con el entorno del ser humano. No es lo mismo el pedaleo estacionario que en ruta. En movimiento sobre un camino el ciclista ha de vencer la resistencia al viento y el rozamiento de la superficie por donde se circula. Además, la disponibilidad de líquidos y alimentos en el recorrido, la temperatura ambiental, etc. también influyen.

Finalmente, la potencia real que podemos ejercer depende de la relación entre la velocidad de rotación en revoluciones por minuto y el rendimiento en la transmisión. [1]

1.3.- Nuevas tecnologías

En la actualidad tenemos a nuestro alcance distintos tipos de tecnologías que nos facilitan nuestro modo de vida. Sin embargo, toda esta tecnología requiere energía eléctrica para su funcionamiento. Hoy en día existe la necesidad de encontrar formas de generación de energía que no produzcan impacto negativo en el medio ambiente y se buscan nuevas formas de aprovechar la energía limpia.

Una de las energías renovables menos aprovechadas hoy en día para transformarla en energía eléctrica es la energía que genera el ser humano. El hombre puede utilizar los alimentos y la respiración para producir energía y realizar trabajo con ella. Además, realiza a diario de manera inconsciente y rutinaria numerosas actividades de las cuales si se hiciera un estudio y se buscaran soluciones podrían aprovecharse como fuentes de energía limpia. [5]

Una manera de poder obtener un aprovechamiento de la energía son las bicicletas, tanto una bicicleta estática como una bicicleta convencional, ya sea practicando el ciclismo en un gimnasio, en casa o en la calle. Con ayuda de la bicicleta, una parte de la energía que se utiliza para pedalear, podría almacenarse como energía eléctrica.

Además, hoy en día la mayoría de personas prefiere practicar deporte en el interior. Cada día se utilizan más los gimnasios y, por lo tanto, se utilizan cada vez más las máquinas de correr, las bicicletas estáticas, las máquinas de pesas, etc.

Todo esto conlleva a la idea de aprovechar la energía que se produce cuando pedaleamos sobre una bicicleta.

1.4.- Recolección de energía

Durante la historia de la humanidad se han buscado muchas fuentes de energía para movilizar, construir viviendas, arar, segar, procesar los alimentos e iluminar. La leña y el carbón desempeñaron un papel protagónico durante la revolución industrial con la invención de la máquina de vapor. El desarrollo de la electricidad a finales del siglo XIX permitió el desarrollo de la industria moderna y requirió la conversión de diversas fuentes de energía en energía eléctrica y viceversa. En la actualidad, el desarrollo de la electrónica, y en especial el de la electrónica de potencia, permite el control efectivo y eficiente de los procesos de conversión de energía eléctrica. [6]

Hoy en día existen numerosos dispositivos que generan electricidad a partir del movimiento y diversos proyectos en los que se busca un aprovechamiento de la energía.

La recolección energética o también llamada ‘‘Energy harvesting’’ es el proceso por el cual la energía se deriva de fuentes externas (como pueden ser, por ejemplo, la energía solar, energía eólica, energía térmica y la energía cinética) es capturada y se almacena para pequeños dispositivos autónomos inalámbricos. [5]

Los dispositivos más ampliamente utilizados para convertir la energía mecánica en eléctrica son los generadores y las dinamos. La diferencia está en que los generadores generan corriente eléctrica alterna y las dinamos generan corriente eléctrica directa o continua. Un generador puede ser de dos tipos, según el tipo de energía alterna que genere que puede ser corriente alterna monofásica o corriente alterna trifásica.

Para que un generador o una dinamo puedan producir corriente eléctrica es necesario acoplarlo a algún tipo de máquina mecánica que permita hacer girar su rotor.

Además, independientemente de los generadores, existen minerales o cristales con características piezoeléctricas que al colocar dos de sus superficies contrapuestas, o sea, cara con cara y aplicarles una presión mecánica como la que se produce al doblarlo, estirarlo o comprimirlo, generan una pequeña tensión eléctrica, cuya magnitud es proporcional al área de la superficie de las caras en contacto y a la presión aplicada entre ambas caras. [7]

1.4.1- Generadores eléctricos

La ley de la inducción electromagnética publicada por Faraday consiste en que, a partir de campos magnéticos variables respecto al tiempo, es posible producir campos eléctricos y, en consecuencia, corrientes eléctricas. Esta ley permite el funcionamiento de los generadores eléctricos.

Las máquinas eléctricas nos ayudan a transformar una forma de energía en otra y pueden usarse de dos maneras: como motores, cuando requiere convertir la energía eléctrica en energía mecánica, y como generadores, cuando la energía mecánica se quiere transformar en energía eléctrica. [6]

La idea básica de un generador eléctrico consiste en el movimiento de un imán frente a una bobina. Este movimiento es circular; sin embargo, lo que importa no es la velocidad angular, sino la tangencial, que es el producto de la velocidad angular por el radio de giro del imán o distancia radial del imán al eje de giro. Para generar la misma cantidad de fuerza electromotriz (fem), un generador en el que los imanes estén cerca del eje de giro necesitara más velocidad angular (rpm). Sin embargo, si los imanes están más alejados del eje, se necesitara menor velocidad angular.

En los primeros generadores, los imanes eran en realidad electroimanes que necesitaban una intensidad de corriente o excitación para poder crear el campo magnético. Poco a poco han aparecido generadores donde los imanes son permanentes, entre ellos los de Neodimio (Nd), Hierro (Fe) y Boro (B), que crean un campo magnético más intenso que el de todos sus procesadores. Estos imanes han permitido la construcción de generadores eléctricos más pequeños y con un peso considerablemente menor.

Los generadores eléctricos se dividen en dos tipos, dependiendo del flujo de excitación: de flujo magnético radial y de flujo magnético axial. [6]

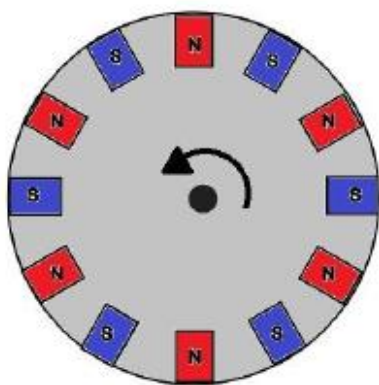


Figura 2: Rotor de flujo axial [6]

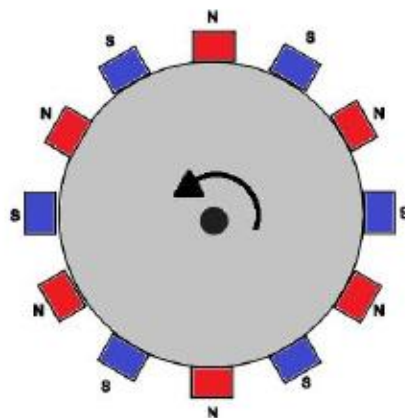


Figura 3: Rotor de flujo radial [6]

Se debe aclarar que el flujo es una cantidad escalar, por lo que no tiene dirección ni sentido. Lo que se considera axial o radial es el campo magnético de los imanes, así que podemos decir que un generador es de tipo radial cuando el campo magnético del imán

es perpendicular al eje de giro y axial cuando es paralelo a dicho eje. Las ventajas de los generadores de flujo axial consisten en su fácil construcción y su bajo costo.

1.4.1.- Dinamos

Una dinamo de bicicleta es un dispositivo mecánico que genera electricidad de la energía rotatoria que actúa sobre la rueda de la bicicleta. Normalmente la pieza móvil es el imán y la pieza fija es la del arrollamiento, aunque puede ser al revés. El imán se mueve solidario con el eje que en su extremo tiene la corona que se apoya sobre el neumático. En las dinamos de buje el eje de la rueda es el eje solidario al imán. En definitiva, en una dinamo una porción del generador rota (el rotor) y la otra parte permanece inmóvil (el estator). El rotor se compone de imanes permanentes de un cierto tipo y el estator se compone de bobinas de alambre. El campo magnético del rotor se transfiere a las bobinas del estator cada vez que da una vuelta entera e induce la electricidad que se vierte a través del cableado hacia un dispositivo capaz de aprovecharla, en nuestro caso a dispositivos electrónicos. Estos dispositivos deberán adaptarse al voltaje y potencia de la dinamo.

La electricidad producida podría utilizarse para la iluminación de la bicicleta, pero el caso de este trabajo lo que se quiere es aprovecharla para la carga de dispositivos electrónicos.

Se distinguen tres tipos de dinamos: dinamos de buje, dinamos convencionales (de botella o de rozamiento en el neumático) y dinamos varias. [1]

Las dinamos de buje están ganando en reputación con los eficientes modelos que han aparecido en el mercado en los últimos años. Algunos están entre las dinamos disponibles más eficientes de la iluminación de la bicicleta. El coeficiente de rozamiento que añaden las dinamos de buje es mínimo y aunque su peso puede ser unas 5 veces mayor que un buje, le aporta gran utilidad a la rueda. Actualmente, existen esencialmente 3 fabricantes: la inglesa Sturmey-Archer, la japonesa Shimano y la alemana Schmidt Maschinenbau (SON). Esta última ofrece también el modelo XS100 para ruedas de bicicletas plegables. En definitiva, las dinamos de buje son silenciosas, sin fricción y sin mantenimiento.

Las dinamos de buje no son baratas. Además, en cuanto a la iluminación en el mundo de la bicicleta no está todo resuelto. Hay que investigar más a favor de más eficiencia y el

bajo consumo. Pero sin duda constituye una opción para todos aquellos que la bicicleta es algo más que un vehículo de movilidad urbana, puesto que una bicicleta puede ser un verdadero escaparate de tecnologías eficientes y saludables no sólo para el medio ambiente sino para quien pedalea.

Las dinamos de flanco o de botella son ligeras e incluyen los generadores más baratos. Consigue su energía del rozamiento con el neumático. Los generadores de rodillo fueron los más populares en los ochenta, sin embargo, parece que empiezan a perder fuelle. Los generadores de botella avanzados alcanzan grados de la eficiencia extremadamente alta: alrededor del 71 por ciento. Eso permite que sobre las mismas puedan montarse opciones como las de recarga de móviles mientras se pedalea (aunque sean poco eficientes).



Figura 4: Dinamo convencional [1]

Por último, la dinamo de radio es la única en su género, existe sólo un modelo (Aufa FER 2002) y aunque no es muy eficiente tiene un buen precio y evita el rozamiento de la convencional. Toma energía de una rueda a cada vuelta que da. El diseño de esta dinamo permite dar continuidad a la electricidad generada. [1]

2.- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y NECESIDADES A RESOLVER.

Desde que se inventó de la bicicleta, existen numerosos aficionados al ciclismo, tanto ciclistas profesionales como simples aficionados a la bicicleta. El ciclismo es un deporte que debe practicarse en la intemperie, ya sea en montaña o en carretera, por lo que se puede ver afectado debido a las condiciones atmosféricas dadas en el momento de querer salir a practicarlo. Debido a esto, surge la necesidad de los rodillos para bicicletas. Tanto en los ciclistas profesionales como en los aficionados surge la necesidad de realizar entrenamientos de variables controladas, es decir, sin influencia de los elementos ambientales como la lluvia, la nieve, la presión atmosférica, la humedad y las temperaturas altas y bajas. Es por ello que los rodillos de entrenamiento para bicicletas son la solución ideal para los aficionados a la bicicleta que desean emular de manera controlada las condiciones de entrenamiento en el exterior, pero en el interior.

Por otro lado, el uso de los aparatos electrónicos, como el teléfono móvil, el iPod, los reproductores MP3, las cámaras fotográficas, los videojuegos portátiles, etc. se han convertido en una necesidad en muchos de los casos. Estos aparatos requieren energía eléctrica que se almacena en una batería recargable. Esta batería, una vez se descarga, debe conectarse a un rectificador de corriente alterna para abastecerse nuevamente de energía. Sin embargo, existen otras formas con menor impacto ambiental para abastecer de energía estos aparatos. Un ejemplo, y el que este trabajo ofrece como solución a esto, sería por medio del trabajo que se genera al pedalear sobre una bicicleta.

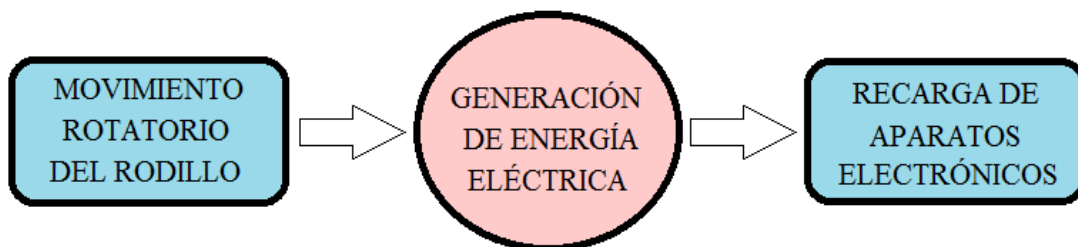


Figura 5: Diagrama de recuperación de energía

3.- OBJETIVOS DEL TRABAJO.

El objetivo principal de este proyecto es diseñar un rodillo universal para bicicletas que presente características ventajosas para sus usuarios, seleccionadas a partir del análisis de los rodillos comerciales ya existentes en el mercado, y proponer una solución a la recuperación de parte de la energía mecánica que se pierde cuando se pedalea sobre una bicicleta por medio de diversos dispositivos. La idea consiste en recuperar energía que se disipa en forma de calor en el pedaleo cuando se practica bicicleta sobre un rodillo, y aprovecharla para producir electricidad de manera que se puedan recargar distintos tipos de aparatos electrónicos. Con ello se pretende crear un producto benéfico para el medio ambiente que consiga un ahorro de energía eléctrica, para así agregar una ventaja al uso de la bicicleta como medio para hacer ejercicio.

Además de los objetivos principales, existen una serie de objetivos secundarios.

En primer lugar, se desea diseñar un rodillo que reúna las ventajas de los rodillos ya existentes en el mercado actual.

En segundo lugar, debe tener un mecanismo lo más optimizado y simplificado posible, por un lado para facilitar el montaje del producto y, por otro lado, para facilitar al propio usuario el uso del rodillo.

En tercer lugar, respecto al sistema de recuperación de energía, debe tener un sistema eléctrico sencillo y diseñado de manera que facilite al usuario el mantenimiento del mismo. Con esto lo que se pretende es que, en caso de que ocurra un fallo en el circuito eléctrico, el usuario no tenga la necesidad de acudir a ningún especialista sino que pueda ser el mismo quien pueda solucionarlo.

Por último, el sistema completo debe alcanzar un bajo coste en relación al coste de los productos ya existentes en el mercado.

4.- ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO.

A lo largo del día numerosas personas utilizan la bicicleta, ya sea una bicicleta de montaña, de carretera o estática, para realizar ejercicio. El ejercicio realizado en la bicicleta consiste en pedalear continuamente por medio de las piernas, lo cual se consigue gracias a la energía que proporciona la persona y que se disipa en forma de calor.

Este movimiento de los pedales será aprovechado mediante una dinamo o un generador colocados en un rodillo para bicicletas con el fin de recuperar dicha energía y ser utilizada para recargar distintos tipos de aparatos electrónicos, como se ha dicho anteriormente.

En primer lugar, hay que cuenta que el rodillo pueda utilizarse con cualquier tipo de bicicleta, es decir, que sea adaptable para todos los diámetros de ruedas de bicicletas existentes. La posición del rodillo debe abarcar desde diámetros de 667 mm (26 pulgadas) hasta diámetros de 778mm (29. En la siguiente figura se muestran los diámetros habituales de las ruedas de bicicletas.

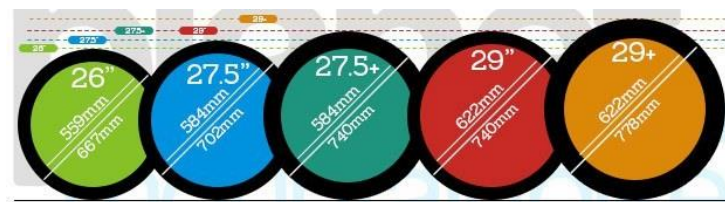


Figura 6. Diámetros habituales de las ruedas de bicicleta. [8]

En segundo lugar, el sistema no deberá agregar un esfuerzo considerable, es decir, deberá resistir al peso de la bicicleta y de la persona que lo utilice sin ningún problema. Estos esfuerzos en ocasiones serán grandes y en ocasiones serán pequeños. El peso de la bicicleta dependerá del tipo de material del que esté fabricada la bicicleta y de su tamaño. Hoy en día las mayoría de bicicletas tienen un peso menor a 10 kg puesto que están fabricadas de materiales más ligeros, pero las bicicletas de hace unos años pueden llegar a pesar 17 kg. Para abarcar todo tipo de bicicletas, se tomará como peso de la bicicleta 20 kg. Por otro lado hay que tener en cuenta el peso del usuario que vaya a montar en la bicicleta. Se tomará como peso máximo del usuario 140 kg. Una vez decididos los valores que se van a tomar, hay que tener en cuenta que en el rodillo únicamente se coloca la

rueda trasera de la rueda. Esto significa que el rodillo no soporta todo el peso del usuario ni de la bicicleta, sino la mitad. La otra mitad del peso del usuario la soporta la rueda delantera la cual queda apoyada sobre el suelo, por lo que no afectará al rodillo.

En tercer lugar, para realizar el diseño del sistema de recuperación de energía, hay que decidir si va a ser un sistema de adaptación a distintos tipos de rodillos, a un tipo de rodillo en concreto, a rodillos de nueva creación, si se va realizar el diseño completo de un rodillo que lleve este sistema o realizar el diseño completo de un rodillo que lleve este sistema, pero que además el sistema pueda adaptarse a otros rodillos ya existentes.

En cuarto lugar, hay que tener en cuenta el tamaño. En el caso que el sistema esté dirigido a un rodillo de nueva creación, el sistema se buscará el diseño más idóneo para conseguir un buen tamaño, distribución y un buen diseño. En caso de que, además de estar dirigido al rodillo diseñado esté dirigido también a un grupo de rodillos ya existentes, el tamaño también estará condicionado, es decir, deberá adecuarse a todos los rodillos y deberá cumplir los requisitos de cada uno de ellos.

El esquema del circuito eléctrico deberá ser lo más sencillo posible. Cuantos menos componentes tenga, es probable que las pérdidas, el coste y las averías sean menores, por ello, buscaremos que el sistema eléctrico tenga el menor número posible de componentes y que el diseño sea lo más apropiado para reducir al máximo dichas posibles pérdidas. Además se desea cargar aparatos electrónicos mediante dos puertos USB, con la opción de utilizar los dos al mismo tiempo, solamente uno o ninguno en caso de querer utilizar el rodillo pero no tener la necesidad de cargar ningún dispositivo electrónico.

El producto deberá ser portátil y ligero, de diseño robusto. No deberá estorbar al usuario que lo utilice y tendrá que ser práctico y útil. A ello se incluye que deberá ser plegable.

Puesto que el rodillo podrá utilizarse tanto en interior como en la intemperie, deberá ser resistente a diferentes condiciones meteorológicas. El diseño deberá ser estético y deberá poseer materiales con una calidad aceptable y duradera.

Finalmente, tendrá que tener un precio de acuerdo con la tecnología empleada y que pueda alcanzar un precio competitivo de mercado, por lo que no deberá exceder de los 400€.

5.- ALTERNATIVAS AL PROBLEMA PLANTEADO

En este apartado se explican las diferentes alternativas que existen a la hora de diseñar un sistema de recuperación de energía para un rodillo de bicicleta.

5.1.- Planteamiento de alternativas

El diseño puede ser de tres formas y, por lo tanto, podemos decir que existen tres alternativas diferentes de integración:

- 1) Integración universal: consiste en el diseño de un dispositivo de integración genérico que sirva para todos rodillos existentes en el mercado que tengan un mecanismo similar o igual para poder integrarse en todos ellos.
- 2) Integración específica: consiste en el diseño de un dispositivo de recuperación de energía específico para un rodillo ya existente en el mercado.
- 3) Diseño y desarrollo completo del rodillo: diseño de un rodillo nuevo que lleve ya integrado el sistema de recuperación de energía.
- 4) Alternativa intermedia: diseño completo de un rodillo nuevo que lleve integrado el sistema de recuperación de energía, pero que además ese sistema sea adaptable a otros rodillos existentes en el mercado.

Una vez planteadas las diferentes alternativas que existen a la hora de diseñar el producto, se debe elegir una de las alternativas, y, una vez elegida, ver qué tipo de tecnologías y dispositivos de integración se pueden utilizar y cuál se va a elegir. Para ello se estudiarán las diferentes alternativas y los diferentes tipos de dispositivos de generación de energía eléctrica que existen en el mercado basándose en las expectativas que se plantean, los costes de fabricación, la rentabilidad que se vaya a obtener, cuál de las alternativas cumplirá los objetivos del proyecto de manera más eficiente, cuál tendrá más salidas en el mercado, etc.

5.2.- Estudio de las alternativas

Tal y como se ha dicho en el apartado anterior existen tres alternativas de integración diferentes a la hora de diseñar el sistema de recuperación de energía.

En primer lugar tenemos la integración universal, que consistiría en el diseño de un sistema de recuperación de energía genérico para todos aquellos rodillos que tengan un sistema mecánico igual o similar, ya que existen varios tipos de rodillos que a pesar de que son de distinta forma o distinto modo de plegado, su forma de utilización es igual o similar. Los tipos de rodillo que existen son los rodillos de rulos y rodillos fijos. Dentro de cada uno de ellos existen diferentes tipos y marcas, pero con características iguales o similares.

El rodillo de rulos es un rodillo clásico, pero el más complicado de usar ya que requiere cierta habilidad sobre la bici. Consiste en dos rulos para la rueda trasera y uno para la rueda delantera, entre los cuales la distancia podrá variar según el tamaño de la bicicleta que se vaya a utilizar. Como ventaja tiene que son los más económicos y fáciles de instalar. En la siguiente figura se muestra un rodillo de rulo:



Figura 7. Rodillo de rulos [9]

Entre los rodillos fijos se pueden encontrar principalmente dos variantes: rodillo fijo simple o tradicional y el rodillo de transmisión directa. El primero es un rodillo en forma de V invertida en el que la rueda trasera de la bicicleta se coloca sobre el rodillo, sujeta

por el eje. Estos son compatibles con bicicletas de radio de rueda de 29", 27.5" o 26". En la siguiente figura puede verse un rodillo de este tipo.



Figura 8. Rodillo fijo simple o tradicional [9]

Por otro lado, el rodillo de transmisión directa, sin embargo, no se coloca la rueda trasera ya que dispone de piñones para poner la cadena en el mismo rodillo. Se considera de última generación.



Figura 9. Rodillo fijo de transmisión directa [9]

Con este diseño de integración universal, a priori tenemos una serie de ventajas y desventajas. Por un lado, como ventaja tenemos que el campo de aplicación del sistema de recuperación de energía obviamente va a ser más amplio, ya que podría aplicarse a todos los rodillos ya existentes en las viviendas y gimnasios, en el mercado y a rodillos

de nueva creación. Esto significa que es un mercado muy amplio. Por otro lado, como desventaja tenemos que a la hora de diseñar el sistema de recuperación existirían muchas restricciones ya que hay que tener en cuenta cada uno de los diferentes rodillos existentes. Esto hace que se complique mucho un diseño óptimo y eficiente general para todos los rodillos.

En segundo lugar tenemos la integración específica, que consistiría en diseñar el sistema de recuperación de energía destinado para un rodillo en concreto. Ese tiene algo en común con el anterior ya que nos basaremos en el funcionamiento de un rodillo existente, pero el diseño se haría concretamente para ese rodillo.

Para este caso también surgen una serie de ventajas y desventajas a priori. Por un lado, la ventaja que tiene respecto a la alternativa anterior es que a la hora de realizar el diseño existirán muchas menos restricciones ya que se hace para un tipo de rodillo en concreto. Esto hace que realizar el diseño sea más sencillo y podamos buscar un diseño más idóneo y concreto. Por otro lado, la principal desventaja es que se reduce su campo de aplicación por lo que el mercado será también más reducido. Esto se debe a que este diseño solo podrá ser aplicado a dicho rodillo, tanto ya existente como de futura creación. Por lo tanto con esta alternativa se estaría eliminando la posibilidad de introducirlo en el resto de rodillos.

En tercer lugar, tenemos la alternativa del desarrollo completo del rodillo. Este caso consiste en el diseño del sistema de recuperación de energía, que es en lo que se basa el proyecto, pero también en el diseño propio del rodillo.

La ventaja de esta alternativa es que existe la posibilidad de diseñar el rodillo totalmente en relación al sistema de recuperación de energía. Esto significa que se puede hacer un sistema mucho más eficiente ya que no contamos a priori con restricciones dimensionales, de forma o del sistema mecánico del rodillo, es decir, se diseñaría el rodillo a partir del sistema de recuperación de energía, buscando su máxima eficiencia y obteniendo un mejor diseño. Además, resultara más económico comprar el rodillo completo que comprar por un lado el kit para incorporar el sistema de recuperación de energía y por otro el rodillo [9].

5.3.- Dispositivos de recuperación de energía y tipos de integración.

Tal y como se ha dicho anteriormente, los dispositivos más ampliamente utilizados para convertir la energía mecánica en energía eléctrica son los generadores y las dinamos. Para ellos es necesario acoplarlos a algún tipo de máquina mecánica que permita hacer girar su rotor, como lo es, es este caso, el rodillo.

5.3.1.- Generadores eléctricos.

Los generadores disponibles en el mercado que pueden integrarse en el sistema mecánico son los siguientes:

a) Motor de corriente continua de imán único:

Es el típico motor eléctrico de patinete, que genera un máximo de 250 W de potencia con 13.7 A y hasta un máximo de 24 V.

Para el uso de este motor se prepararía el cableado del motor de manera que éste se mueva en una única dirección. Para ello se tomará el cable del polo positivo y se colocará un diodo de tal forma que la electricidad funcione en sentido único para que el motor ruede en el sentido antihorario ya que será accionado por la rueda trasera de la bicicleta arrastrando el rodillo móvil.

Una vez colocado el diodo, se trataría de conectarlo a una batería. Habría que colocar un regulador entre el motor y la batería. El regulador es un elemento imprescindible en una instalación de energía autónoma ya que protege a la batería de una sobretensión.

La tensión que se va a generar al pedalear es la que realmente carga la batería. La batería deberá ser una batería de potencia, es decir, las que se usan para arranque que se caracterizan porque permiten sacarles mayor potencia en un mínimo tiempo. Una vez está cargada la batería con la bicicleta, ya se le puede enchufar a dicha batería los aparatos que se deseen cargar.



Figura 10. Motor de corriente continua de imán único [1]

b) Generador Pedal-a-Watt:

Este es un pequeño generador de imán permanente que tiene 4,25 pulgadas de largo y tiene un diámetro exterior de 3 pulgadas. El generador viene con un diodo de bloqueo de 20 amperios.

Capaz de generar hasta 15 amperios en hasta 65 voltios a 1.000 a 9.000 RPM. Perfecto para uso en proyectos con pedales, sistemas de viento pequeños y muchos otros proyectos. El generador es duradero y ha sido utilizado en aplicaciones en nuestra firma y por más de 14 años. Utiliza los cojinetes de bronce de alta resistencia y de alta calidad.



Figura 21. Generador Pedal A Watt [10]

Lo que en la imagen es un rodillo blanco, en el caso de nuestro rodillo sería el rodillo elastómero que viene integrado ya en el mismo. [10]

c) Kits de cicloenergía.

Estos kits basan su tecnología en potentes generadores de corriente continua que se adjuntan a caballetes de entrenamiento para bicicletas.

En este caso la calidad energética o el mejor rendimiento de los mismos dependen de un buen diseño ya que además del generador propiamente dicho deben tener un buen eje así como una superficie de rodamiento con el mínimo de fricción posible.

Entre los kits de mayor calidad destaca el norteamericano de Windstream, llamado Pedal Power, capaz de proporcionar unos 20 Ah en un ritmo de pedaleo sostenible. Si lo usamos de cargador para una batería de 12 V este tipo de generadores pueden entregar 240 W a 15 V máximo.



Figura 12. Kit de cicloenergía Pedal Power

Otro de los elementos clave de estos kits son las baterías. Windstream, por ejemplo se suministra con baterías de 20 a 60 Ah en 12 voltios que pueden proporcionar de 240 a 720 Wh, las cuales, una vez cargadas gracias a la energía mecánica del pedaleo, disponen de suficiente energía para suministrar varias horas de electricidad en continua o en alterna (si añadimos un inversor) para un ordenador, la televisión y otros pequeños

electrodomésticos de nuestro hogar. Los generadores más usuales de bicicletas rinden unos 200 W y a 12 V pueden proporcionar de 8 a 17 A con un ritmo de pedaleo respetable.

Este tipo de sistema tiene una desventaja. El rodillo y el kit se compran de manera independiente, por lo que económicamente es más caro que comprar un rodillo con el sistema de recuperación ya integrado.

d) Shakti

Es un producto de la empresa Rollergen que de forma muy compacta ofrece 100 W de potencia y es especialmente adecuado para actividades de cooperación.



Figura 13. Shakti

5.3.2.- Dinamos

En cuanto a las dinamos, las más adecuadas para este proyecto podrían ser tanto las dinamos de buje como las dinamos convencionales. Sin embargo, tanto unas como las otras tienen una serie de ventajas y de desventajas.

La principal desventaja que tienen las dinamos en generar es que, como se ha explicado anteriormente, requieren de un transformador que transforme la corriente alterna que generan en corriente continua, ya que los dispositivos electrónicos que se desean cargar

se alimentan con corriente continua. Además, se necesitará un estabilizador de voltaje puesto que la dinamo genera 6 voltios y los dispositivos electrónicos necesitan 5 voltios.

Existen en el mercado distintos tipos de estabilizadores/rectificadores de carga que sirven como cargadores USB para las dinamos. Estos son pequeños aparatos que hacen precisamente lo mismo que un transformador, es decir transformar (rectificar) la corriente alterna en continua y estabilizar la salida de esa corriente, por ejemplo, para que el voltaje de salida sea siempre de 5 V y así evitar subidas de tensión.

Los aparatos más conocidos que existen en el mercado son los llamados Kemo M172N, E-Werk (con varias salidas con diferente voltaje) y USB-Werk (con una única salida USB de 5V).



Figura 14. Kemo M172N [11]



Figura 15. E-Werk [11]

Estos aparatos tienen como ventaja que son fáciles de conseguir ya que están a la venta principalmente en internet, pero tienen como desventaja que pueden tener un precio elevado. Sin embargo, crear un transformador es fácil y de bajo coste. [11]

a) Dinamos de botella o convencionales.

Las dinamos de botella o convencionales son las que funcionan mediante el rozamiento con el neumático de la rueda de la bicicleta. Con ellas se puede conseguir la recarga de aparatos electrónicos mientras se pedalea, aunque no sean lo suficientemente eficientes. Como principales ventajas tienen que son ligeras y baratas. Sin embargo tiene una serie de desventajas. Su principal problema es que su localización las hace muy vulnerables a la suciedad y a la humedad.

En caso de elegir esta alternativa para nuestro rodillo, la dinamo se colocará de manera que este en contacto con el disco de inercia del rodillo y así, al girar el disco de inercia, girará la dinamo produciendo energía. [1]



Figura 16. Dinamo de botella o convencional [1]

b) Dinamos de buje.

A diferencia de las dinamos convencionales, en el caso de las bicicletas, estas dinamos van integradas en el buje de la rueda, por lo que el sistema con rodamientos sellados apenas crea resistencia.



Figura 17. Dinamo de buje. [11]

Además, la ventaja que tienen es que son mucho más duraderas y tienen un mantenimiento prácticamente nulo en comparación con las dinamos convencionales, ya que éstas están en continuo rozamiento con el neumático.

En el caso de este proyecto, el eje de la dinamo iría integrado en el eje del rodillo, de manera que girarían simultáneamente. Debido a su peso (400-500 gramos), se sustituiría la dinamo por uno de los discos de inercia que lleva integrado el rodillo.

Al igual que las otras, generan una electricidad de 5-6 voltios con una potencia variable. La corriente depende de la velocidad a la que se pedalee, es decir, a más velocidad mayor intensidad. También hay que tener en cuenta que cuanto mejor sea la dinamo, menos velocidad se necesitara para conseguir suficiente potencia (una dinamo buena como puede ser la marca SON, empiezan a funcionar en condiciones a partir de los 6-8km/h aproximadamente).

Estas dinamos sirven para cargar tanto focos, como dispositivos electrónicos que es lo que interesa para este trabajo. Puede cargar dispositivos electrónicos que requieran 5v como por ejemplo móviles, GPS, cámaras de fotos, mp3, tablets o pilas recargables, incluso podría recargarse una batería externa mientras pedaleamos y utilizarla después para cargar el móvil o cualquier otro dispositivo ya nombrado. Sin embargo, un ordenador portátil necesita 20 voltios, que únicamente podría cargarse teniendo una buena placa solar con batería externa de gran capacidad. Aunque con que cargue el resto de dispositivos electrónicos es suficiente.

Por otro lado, al igual las dinamos convencionales, otra principal desventaja es que requiere de un transformador para convertir la corriente alterna en corriente continua, por lo que no podemos cargarlos directamente desde la dinamo.

6.- ELECCIÓN JUSTIFICADA DE UNA SOLUCIÓN.

Una vez planteadas las diferentes alternativas y la tecnología y dispositivos que a priori se piensa integrar en el sistema, se debe elegir una solución. Toda la información descrita en los apartados anteriores nos ayuda a seleccionar tanto el tipo de integración como el subsistema para la recuperación de energía.

6.1.- Elección de un tipo de integración.

Estudiando cada tipo de integración por separado y mirando los pros y los contras de cada una de ellas, finalmente se ha decidido una solución. La alternativa que se ha elegido como solución es la que hemos llamado diseño y desarrollo completo del rodillo.

Como ya se ha explicado antes, existen dos tipos de rodillos: los rodillos de rulos y los rodillos fijos. Para la solución se ha elegido el tipo de rodillos fijos, en concreto el rodillo fijo tradicional. Observando las ventajas y desventajas de todos los rodillos de este tipo que ya existen en el mercado, se ha diseñado un rodillo que reúne las ventajas de cada uno de ellos.

Existen diferentes motivos por los que se ha elegido el tipo de rodillo fijo tradicional. Uno de los motivos es su facilidad de utilización. En comparación con los rodillos de rulos, el rodillo fijo es mucho más fácil de utilizar ya que la rueda trasera permanece estática, de modo que no podrá moverse hacia los lados. Sin embargo los rodillos de rulos no son estáticos, tanto la rueda trasera como la delantera quedan libres y se pueden mover de un lado a otro. Otro de los motivos es el precio. Los rodillos fijos tradicionales generalmente son más económicos que los rodillos de rulos y los rodillos fijos de transmisión directa.

6.2.- Elección del subsistema para la recuperación de energía.

Tras estudiar los tipos de tecnologías y dispositivos que existen para la generación de energía, se ha elegido como solución las dinamos de botella. La solución se ha escogido por varios motivos.

En primer lugar, como ya se ha dicho en apartados anteriores, uno de los objetivos de este trabajo es diseñar un producto de bajo coste. De todos los dispositivos estudiados, los de menor coste son las dinamos de botella ya que pueden encontrarse en el mercado por 10 € aproximadamente.

Otro de los motivos por el que se ha elegido este tipo de dispositivo es debido a su bajo peso. Uno de los objetivos es que el producto sea ligero y entre todos los dispositivos estudiados las dinamos de botella son los dispositivos de menor tamaño y de menor peso.

Por último, otro de los objetivos del trabajo es la carga de dispositivos electrónicos como móviles, tablets, GPS o mp3 y las dinamos de botella son suficientemente eficientes para la carga de dichos dispositivos.

7.- DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN.

En este apartado explica el diseño completo del rodillo, partiendo de las especificaciones planteadas anteriormente.

Por un lado se explica el diseño del sistema mecánico, es decir, el diseño del rodillo sin incluir el sistema de recuperación de energía. Dentro de este primer apartado se describen todos los componentes mecánicos.

Por otro lado se explica el diseño del subsistema de recuperación de energía introducido en el rodillo. Dentro de este segundo apartado se describe el sistema eléctrico con los componentes eléctricos necesarios y el funcionamiento y colocación de los mismos.

7.1.- Diseño del sistema mecánico.

Para explicar el diseño del sistema mecánico se explicarán por un lado todos los elementos mecánicos que componen el rodillo y su funcionamiento.

7.1.1.- Componentes mecánicos.

El sistema del rodillo está compuesto por varios elementos mecánicos. Estos elementos son los siguientes:

- a) **Chasis:** es la estructura principal que deberá soportar la bicicleta. Está formado por dos partes a las que se les ha denominado chasis delantero y chasis trasero. Éstos van unidos mediante dos tornillos ISO 4017 - M10x55 y dos tuercas ISO 4035 - M10.

En primer lugar, el chasis trasero sirve tanto para sujetar el eje de la rueda trasera de la bicicleta como para sujetar el soporte del rodillo elastómero. En la parte superior se ajusta el eje de la rueda trasera de la bicicleta chasis mediante dos pasadores roscados y dos palomillas.

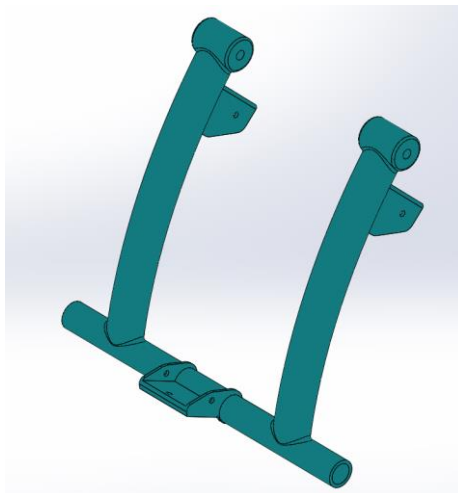


Figura 18. Chasis trasero

En la *Figura 19* puede verse ampliada la parte del chasis trasero donde va colocado el soporte del rodillo elastómero.

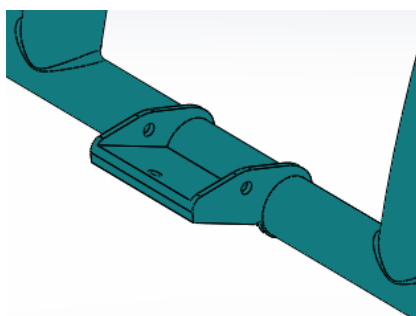


Figura 19. Colocación del soporte del rodillo elastómero

En las siguientes figuras se muestra ampliada la parte en donde va sujeto el eje de la rueda trasera de la bicicleta mediante dos pasadores roscados con palomillas.

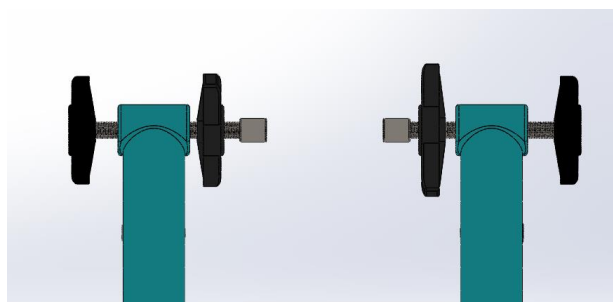


Figura 20. Sujeción de la rueda (perfil)

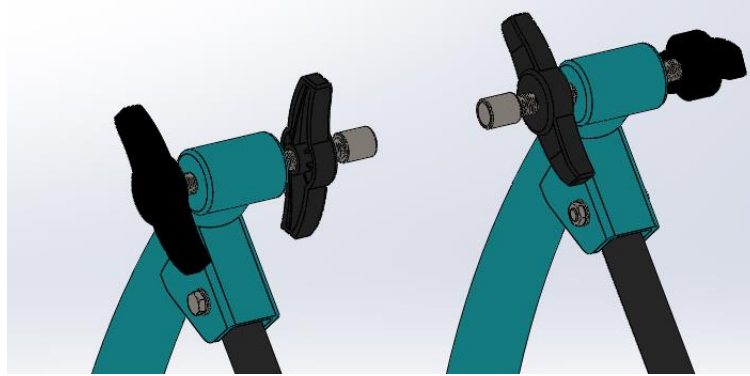


Figura 21. Sujeción de la rueda (vista isométrica)

Las dos palomillas de los extremos de fuera sirven para ajustar los pasadores de manera que el eje de la rueda quede bien agarrado y centrado. Las palomillas internas sin embargo, sirven para que, una vez este ajustada perfectamente la rueda de la bicicleta, se aprieten hasta el tope de manera que no se pueda desajustar debido a las vibraciones producidas al pedalear sobre la bicicleta.

En segundo lugar, el chasis delantero sirve como apoyo para el chasis trasero, de manera que la estructura completa sea estable.

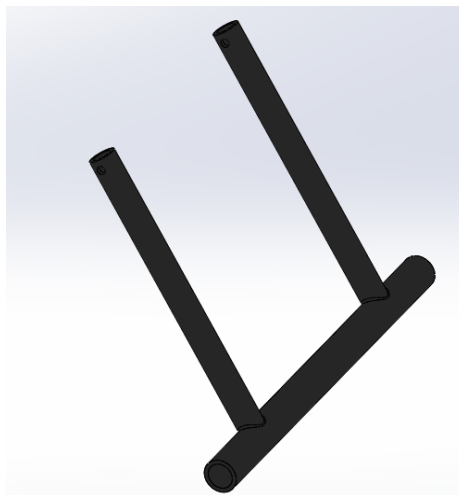


Figura 22. Chasis delantero

Por último, en la siguiente figura (*Figura 23*) puede verse el chasis completo del rodillo

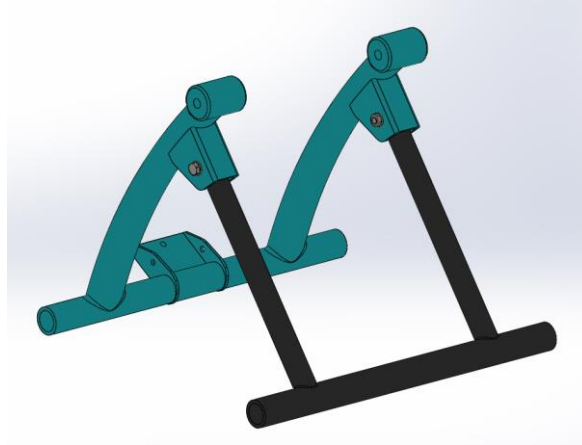


Figura 23. Chasis del rodillo

- b) **Gomas antideslizantes:** son una especie de ruedas de goma que van colocadas en los extremos de la parte inferior del chasis, tanto del chasis delantero como del chasis trasero, por lo tanto se necesitan 4 ruedas. Sirven para evitar que el rodillo deslice hacia delante y hacia atrás mientras debido a las vibraciones producidas al pedalear sobre la bicicleta.

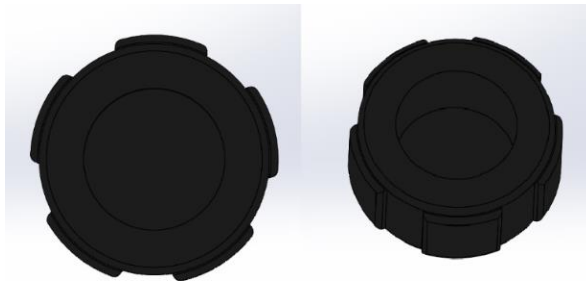


Figura 24. Gomas antideslizantes.

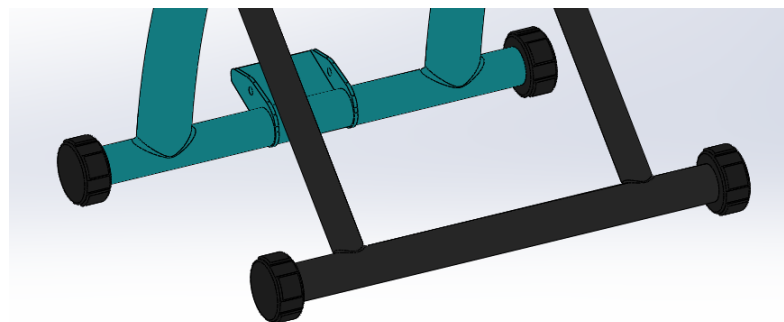


Figura 25. Colocación de las gomas antideslizantes

- c) **Soporte del rodillo elastómero:** ésta es la parte donde va colocados todos los elementos y piezas que componen la parte del rodillo elastómero, donde se encuentra en contacto el neumático de la rueda de la bicicleta.

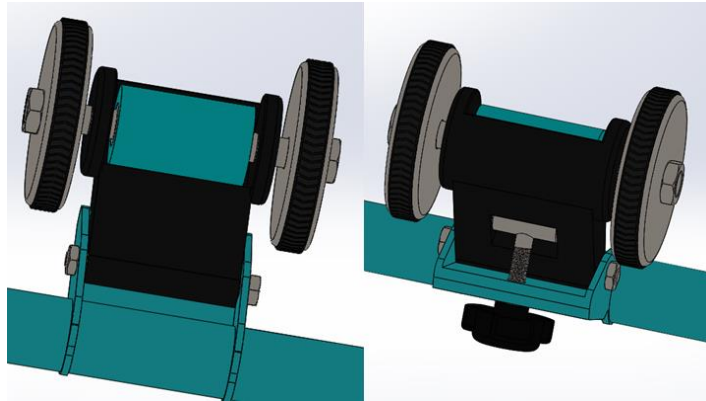


Figura 26. Soporte completo del rodillo elastómero.

Todo el soporte, a su vez, está compuesto de varios elementos y piezas diferentes. En la siguiente figura puede verse un explosionado donde se ve detalladamente cada pieza y elemento que lo componen.

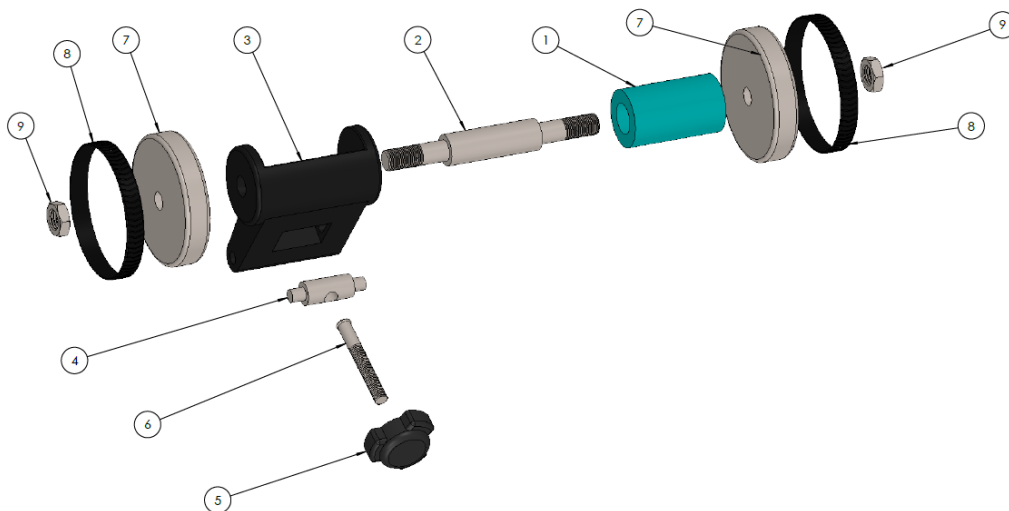


Figura 27. Explosionado del soporte del rodillo

En la siguiente tabla se indican los nombres de cada elemento del explosionado mostrado en la *Figura 27*.

Tabla 1. Componentes del soporte del rodillo elastómero

N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
1	RODILLO ELASTÓMERO
2	EJE RODILLO
3	SOPORTE RODILLO
4	CILINDRO REGULADOR
5	PALOMILLA 03
6	REGULADOR RODILLO
7	DISCO INERCIA
8	GOMA DISCO DE INERCIA
9	ISO - 4035 - M16 - S

El rodillo elastómero es el elemento que gira simultáneamente con la rueda de la bicicleta. Se coloca en contacto con el neumático de la bicicleta. Esta hecho de poliamida de tipo 6, puesto que debe crear fricción en el contacto entre el neumático y el mismo para que cuando la rueda gire el pedalear, el rodillo gire simultáneamente en sentido contrario. Aumenta la adherencia entre el neumático y el elastómero y además reduce el ruido.

El regulador del rodillo es un pasador roscado con una palomilla que va introducido en un cilindro. Este cilindro se introduce en el soporte del rodillo, de forma que puede girar y además deslizar hacia arriba y hacia abajo. Todos estos elementos, el regulador roscado con palomilla y el cilindro, sirven para regular el rodillo, es decir, para colocar el rodillo con el ángulo necesario para que el neumático quede en contacto con el rodillo elastómero. Este ángulo dependerá del diámetro que tenga la rueda de la bicicleta que se vaya a utilizar.

La goma del disco de inercia se ha colocado de manera que exista fricción entre la dinamo y el disco de inercia. Tanto el disco de inercia como la rueda giratoria de la dinamo son de metal, por lo que no existe una fricción entre ellas suficiente para que cuando el disco gire, gire la dinamo. Por lo tanto, el disco de inercia se ha forrado con una goma, llamada goma del disco de inercia, la cual hace se produzca esa fricción necesaria para que al girar el disco la dinamo también gire.

El eje del rodillo es un eje de aluminio cuyos extremos están roscados que sirve para la unión de todos los componentes del soporte completo del rodillo. En cada extremo roscado va colocado un disco de inercia forrado con una goma. Estos discos crean resistencia al giro

- d) Soporte dinamo:** este soporte consta de dos piezas llamadas soporte superior y soporte inferior. Esta pieza ha sido diseñada en concreto para adaptarla a este rodillo. Aunque, debido a que la mayoría de rodillos de este tipo tienen la barra inferior del chasis trasero de un diámetro de 40 mm, por lo que si se estudiase a fondo, podría incluso adaptarse a otros rodillos cuyo diámetro sea de 40 mm.

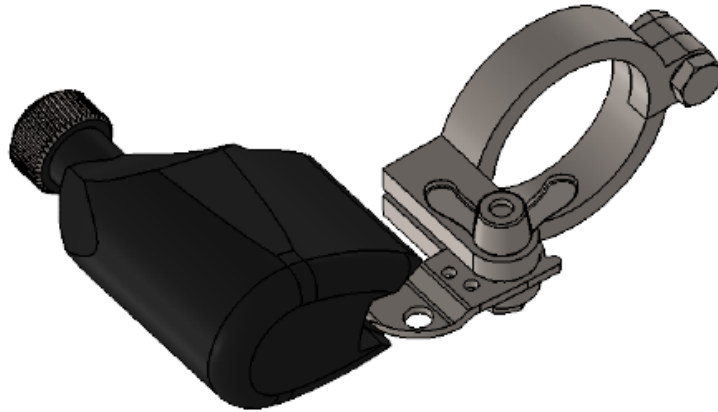


Figura 28. Soporte dinamo

Para verse mejor su montaje, en la siguiente figura se muestra un explosionado del soporte de la dinamo indicando cada pieza que lo compone. Sus dimensiones concretas se definen en los planos anexos.

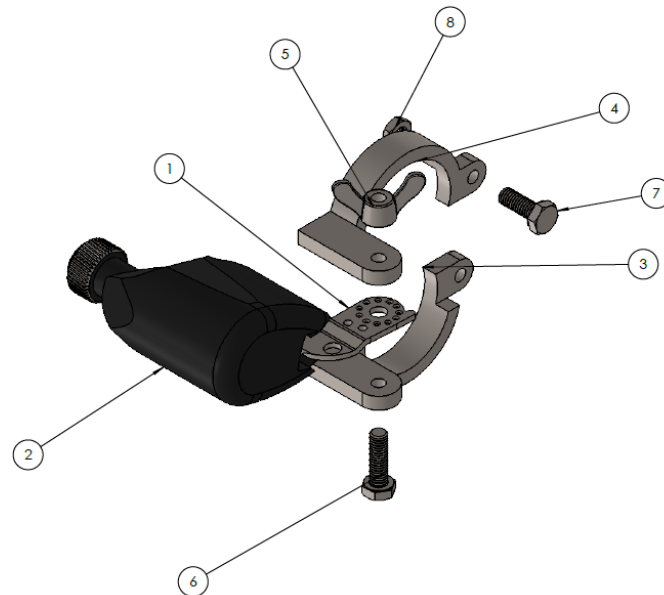


Figura 29. Explosionado del soporte de la dinamo

La numeración y la descripción de cada elemento del conjunto se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 2. Componentes del soporte de la dinamo

N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
1	ENGANCHE DINAMO
2	DINAMO
3	SOPORTE INFERIOR DINAMO
4	SOPORTE SUPERIOR DINAMO
5	PALOMILLA
6	ISO 4017 - M6 x 20-S
7	ISO 4017 - M6 x 16-S
8	ISO - 4035 - M6 - S

Este soporte dinamo se coloca en la barra inferior del chasis trasero. Tiene una tuerca palomilla que sirve para que el usuario pueda aflojar y apretar el soporte inferior y superior de la dinamo sin necesidad de utilizar herramientas, para así

ajustarlo de manera que la rueda de la dinamo este en contacto con la goma con la que está forrado el disco de inercia. Dependiendo del diámetro de rueda que tenga la bicicleta que utilice el usuario, la dinamo irá colocada con un ángulo mayor o menor respecto del suelo. Además la dinamo es una dinamo comercial y tiene dos posiciones. En una de las posiciones la dinamo estará en contacto con la goma del disco de inercia y en la otra posición no estará en contacto. La ventaja que tiene es que en caso de no tener la necesidad de cargar un dispositivo electrónico, puede colocarse en la posición en la que no está en contacto con la goma, por lo tanto no se produciría electricidad.

7.1.2.- Funcionamiento del sistema mecánico.

El sistema mecánico del rodillo se basa en el movimiento del rodillo elastómero mediante el pedaleo sobre una bicicleta. El eje de la rueda trasera de la bicicleta se coloca en la parte superior del chasis trasero. Los pasadores roscados nos permiten sujetar la bici por el eje de la rueda trasera y ajustarlo de manera que la rueda quede centrada respecto al rodillo elastómero.

7.2.- Diseño del sistema de recuperación de energía.

Del mismo modo que se ha explicado el sistema mecánico, para explicar el diseño del sistema de recuperación de energía se explicarán por un lado todos los elementos eléctricos que componen el rodillo y su funcionamiento.

7.2.1.- Componentes eléctricos

El principal componente eléctrico es la dinamo. Éstas producen corriente alterna y solo la corriente continua puede almacenarse en baterías. Por ello se necesita un circuito rectificador para convertir la corriente alterna que entrega la dinamo en corriente continua, como se explicará en el siguiente punto.

Ya que hay dos discos de inercia, se han colocado dos dinamos con sus soportes y así tener dos circuitos y poder cargar dos dispositivos electrónicos al mismo tiempo. Como ya se ha dicho, la dinamo comercial tiene dos posiciones, por lo tanto teniendo dos dinamos con dos posiciones cada una existen 3 opciones: utilizar las dos y cargar dos dispositivos electrónicos, utilizar únicamente una y cargar un dispositivo o no utilizar ninguna y utilizar el rodillo únicamente para practicar deporte sobre él.

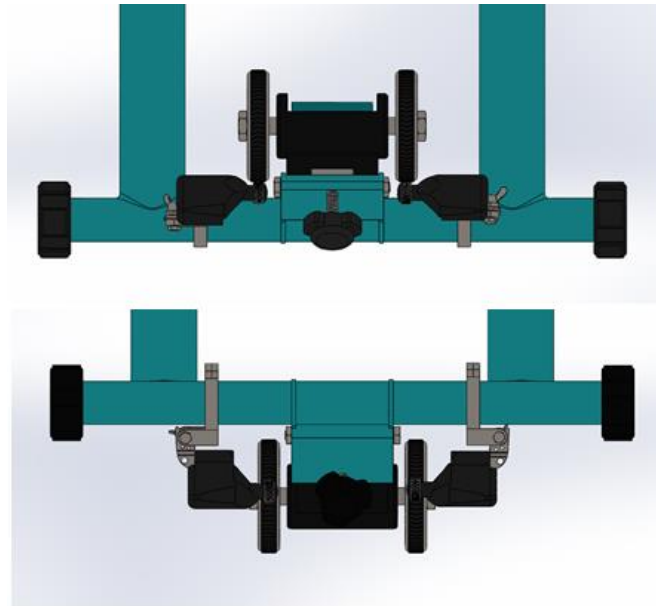


Figura 30. Colocación de las dinamos

El otro componente eléctrico necesario es el transformador, que como ya se ha dicho, es lo que transformará la corriente alterna en continua. Para construir el circuito eléctrico de un transformador se necesitan una serie de elementos: un rectificador, tres condensadores, un regulador o estabilizador de voltaje y un USB hembra. Además, para unir todos estos elementos necesitaremos cables.

Por lo tanto, los componentes necesarios para el sistema eléctrico son los siguientes:

- a) Una dinamo.
- b) Un puente rectificador.
- c) Un condensador (C1) de 1000 μF y 35 V. (opcional)
- d) Un condensador (C2) de 10 μF . (opcional)
- e) Un condensador (C3) 0.1 μF . (opcional)

- f) Regulador de voltaje LM 7805.
- g) Un USB hembra.
- h) Cables

Todos ellos excepto la dinamo, son componentes para crear el transformador de corriente.

7.2.2.- Funcionamiento del sistema eléctrico.

El circuito de rectificador de corriente es muy sencillo. Lo que hace el rectificador es que aunque alternemos el polo positivo y el negativo, la salida siempre va a ser positiva. Consta de cuatro diodos y un condensador que sirve para suavizar los altibajos de la corriente de salida.

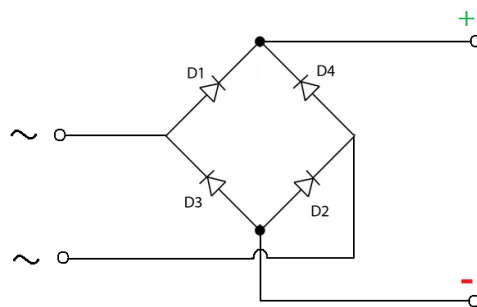


Figura 31. Puente rectificador de 4 diodos

Para no tener que montar el circuito de 4 diodos, existen en el mercado puentes rectificadores que se venden completos, con sus polos de entrada y sus polos de salida.

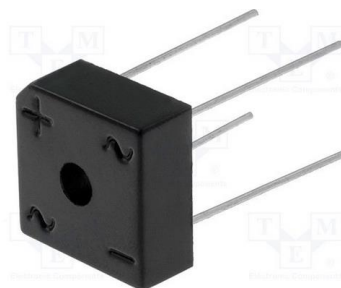


Figura 32. Puente rectificador [12]

El diodo es un componente electrónico que deja pasar la corriente en un sentido, pero no en el inverso, es decir, si el diodo esta en directa la corriente podrá pasar pero si el diodo se encuentra en inversa no pasará la corriente. El rectificador lo que consigue es que, aunque la corriente que entra se alterne, la salida siempre será positiva. La siguiente figura se ve la demostración de esto:

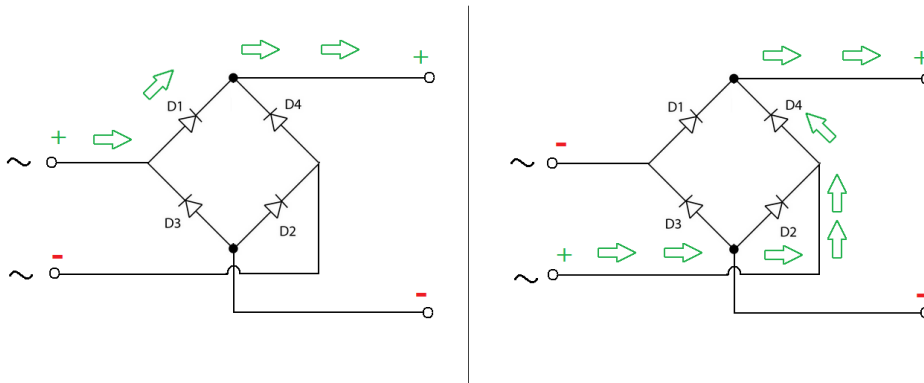


Figura 33. Rectificador de corriente alterna

En el circuito de la izquierda puede verse que siendo el polo positivo de la entrada el de arriba, la corriente sale por el polo positivo y en el circuito de la derecha se puede ver que siendo el polo positivo de la entrada el de abajo, la corriente sale también por el polo positivo. Esto significa que aunque la corriente de entrada sea alterna la corriente de salida será siempre positiva. En la siguiente figura se muestra una figura en la que aparecen dos gráficas: en la primera aparece la corriente de entrada respecto al tiempo y en la otra aparece la corriente de salida respecto al tiempo.

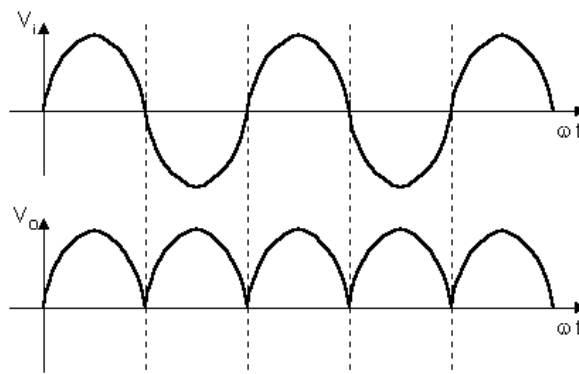


Figura 34. Señal de entrada y de salida de un rectificador [13]

Como puede verse en la gráfica inferior, donde se ve que el voltaje de salida respecto al tiempo es siempre positivo, existe una caída de voltaje.

La solución para estas constantes caídas es colocar un condensador, con el que se consigue una corriente mucho más estable. Lo que se consigue con este condensador se puede ver en la siguiente figura:

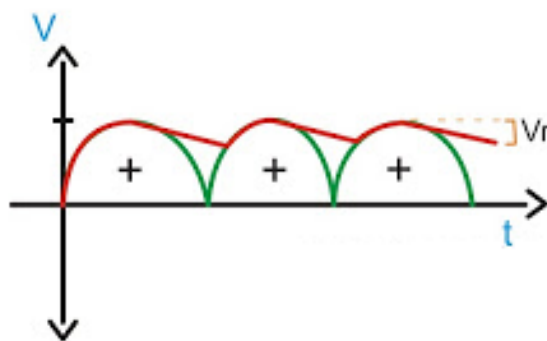


Figura 35. Efecto del condensador [13]

Sin embargo, en la figura puede observarse que aún quedan ondulaciones en la señal. A estas ondulaciones se les llama rizado (V_r).

Para rectificar por completo la señal y eliminar el rizado, lo ideal es añadir al circuito un regulador de tensión. Este estabilizador de tensión disipa electricidad para conseguir rebajar la tensión hasta el valor deseado, que en este caso es rebajarlo de 6V que entrega la dinamo a 5V que necesitan los dispositivos electrónicos que cargan mediante USB. Hay que señalar que contra mayor se elija el condensador, mayor capacidad tendrá y creará un menor rizado.

Por último, se añadirán al circuito eléctrico dos condensadores más, uno de $10\ \mu\text{F}$ y otro de $0.1\ \mu\text{F}$. Éstos serán elementos opcionales, que se sirven para reducir los ruidos que se filtran.

Una vez explicados todos los componentes eléctricos, en la siguiente figura se puede ver el circuito completo formado con dichos componentes.

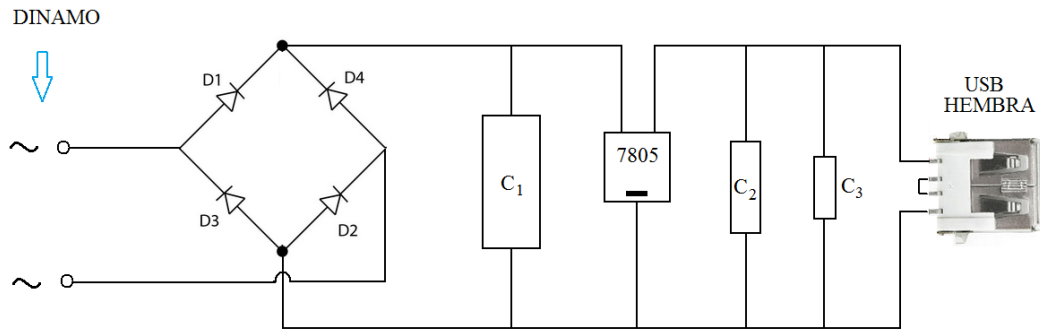


Figura 36. Circuito completo

7.3.- Diseño completo.

En este apartado se muestra el diseño completo del rodillo, es decir, el diseño del sistema mecánico junto con el sistema de recuperación de energía.

Para el sistema de recuperación de energía, se ha diseñado una caja la cual sirve por un lado, para colocar en su interior todo el sistema eléctrico y, por otro lado, sirve como protector contra golpes (Véase *Figura 37*).

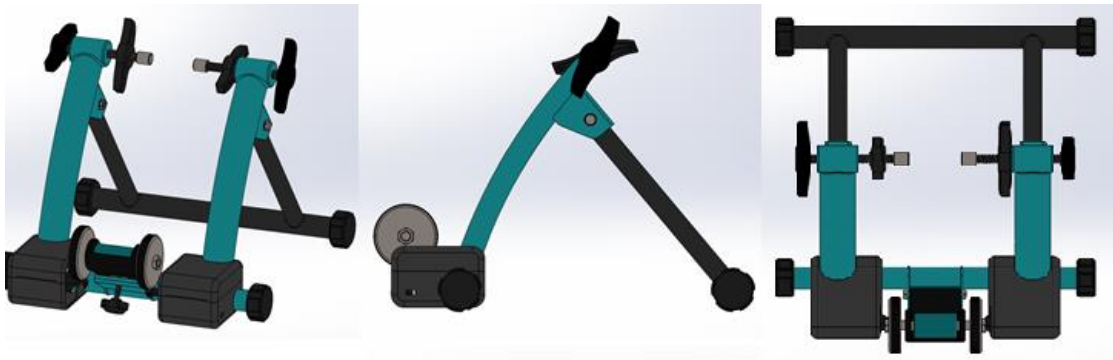


Figura 37. Diseño completo

Esta caja tiene como ventaja su fácil apertura. Se ha diseñado de esta manera por dos motivos. En primer lugar, para facilitar al usuario el movimiento del soporte de la dinamo en cualquier momento. Y, en segundo lugar, para que, en caso de que por algún motivo

el circuito deje de funcionar, el usuario pueda tener la oportunidad de ser quien intervenga en el arreglo. De esta manera no será necesario acudir a un especialista para su arreglo.

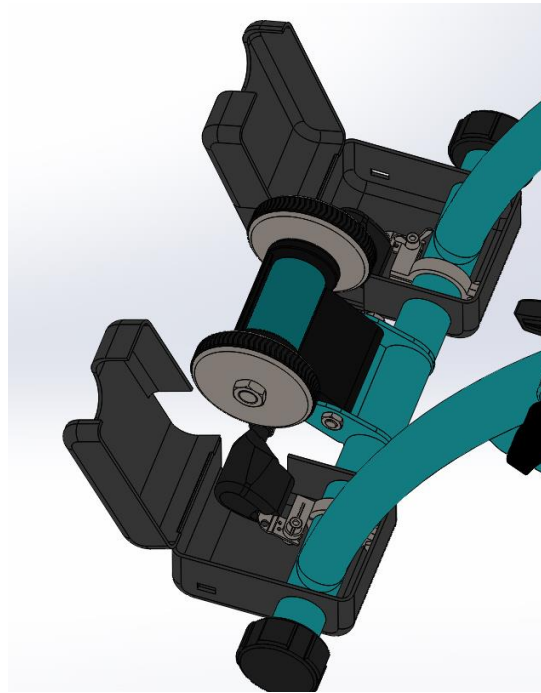


Figura 39. Parte interna de la caja del sistema eléctrico

8.- COMPROBACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES

En este apartado se verificarán los objetivos anteriormente descritos.

En primer lugar, se especificaba que el rodillo debía de ser un rodillo que admitiera todas las bicicletas, es decir, ruedas que tuvieran un diámetro entre 26 pulgadas y 29 pulgadas. Para ello se ha diseñado un rodillo el cual tiene desde el suelo hasta la sujeción del eje trasero de la rueda de la bicicleta una altura suficiente como para que una bicicleta cuyo diámetro sea de 29 pulgadas no quede en contacto con el suelo una vez colocada en el rodillo. Por lo tanto se ha diseñado un rodillo cuya altura es un poco mayor a 389 mm, ya que el mayor radio que puede tener una rueda es de 389 mm. Por otro lado, se ha diseñado el soporte del rodillo elastómero de modo que varíe desde un ángulo de 45° hasta un ángulo de 85°. De este modo, cuando el soporte del rodillo elastómero se encuentra en la posición más baja (*Figura 40*) existe una distancia de 417 hasta el centro del rodillo elastómero. El rodillo elastómero tiene un radio de 20 mm por lo que la distancia desde el elastómero hasta la sujeción de la rueda es de 397 mm, una distancia 8 mm mayor al radio máximo de una rueda de bicicleta. Puesto que para que la rueda gire tiene que estar en contacto y con una presión adecuada con el elastómero, se ha diseñado un pasador roscado el cual lleva una palomilla para poder ajustar manualmente y fácilmente el rodillo elastómero al neumático de la bicicleta.

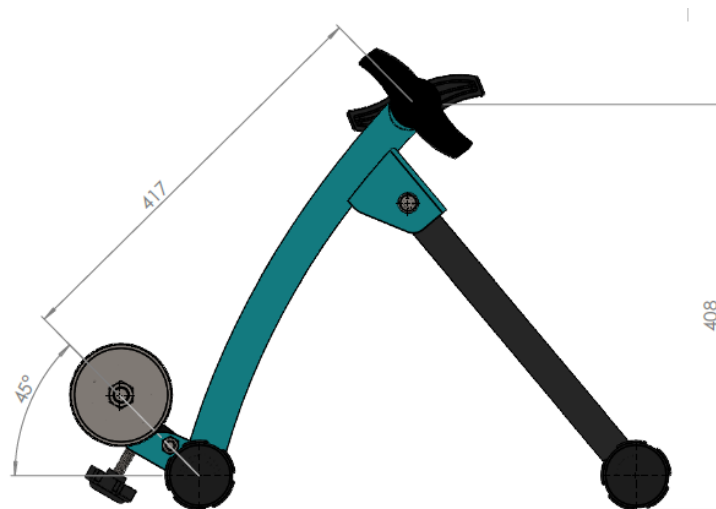


Figura 40. Posición más baja del rodillo elastómero

Cuando el soporte del rodillo se encuentra en la posición más alta (*Figura 41*) existe una distancia de 350 mm hasta el centro del rodillo elastómero, por lo tanto existe una distancia de 330 mm desde el elastómero hasta la sujeción de la rueda. El radio mínimo de rueda, como ya se ha indicado anteriormente, es de 333 mm (26 pulgadas de diámetro), por lo que podemos ver que el rodillo serviría para dicho tamaño de rueda.

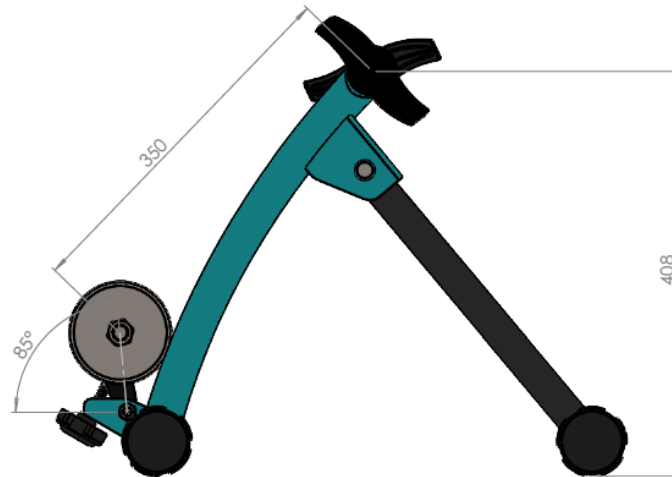


Figura 41. Posición más alta del rodillo elastómero

En segundo lugar, puesto que el sistema de recuperación de energía es un sistema específicamente dirigido al rodillo diseñado, se buscó el diseño más idóneo para conseguir un buen tamaño, una buena distribución y un buen diseño.

En tercer lugar, otro de los objetivos que debía cumplir era que esquema del circuito eléctrico debía ser lo más sencillo posible, es decir, con los mínimos componentes posibles. El sistema eléctrico consta de 8 componentes eléctricos, los cuales están unidos mediante cables de una manera sencilla.

En cuarto lugar, se requería que cargase aparatos electrónicos mediante dos puertos USB, con la opción de utilizar los dos al mismo tiempo, solamente uno o ninguno en caso de querer utilizar el rodillo pero no tener la necesidad de cargar ningún dispositivo electrónico. Se han introducido dos dinamos, una para cada disco de inercia. Cada dinamo tiene su circuito eléctrico en el que se incluye un USB hembra, por lo tanto se tienen dos salidas USB. Además, como se ha explicado anteriormente, las dinamos comerciales

tienen dos posiciones, por lo que podemos tener ambas dinamos colocadas en contacto con el disco de inercia, únicamente una dinamo en contacto o incluso ninguna de las dos.

En quinto lugar, el producto debía ser portátil y ligero y debía poseer materiales con una calidad aceptable y duradera con buena resistencia a diferentes condiciones meteorológicas. El material utilizado para el chasis del rodillo es la aleación de aluminio 6061, ya que es un material ligero y con una buena resistencia a la corrosión.

En sexto lugar, el diseño debía ser plegable y estético. El rodillo puede plegarse por la parte de unión entre el chasis delantero y el chasis trasero (Figura 42).



Figura 42. Rodillo plegado.

Finalmente, el producto no debía exceder los 400 €, ya la mayoría de rodillos existentes en el mercado no exceden de ese precio. El precio total aproximado calculado para la venta en el mercado, el cual se explica en el apartado 9, es de 182,955 €, por lo que este último requisito se cumple.

8.1.- Ensayos de elementos finitos

Uno de los objetivos explicados anteriormente era que el sistema no debía agregar un esfuerzo considerable, es decir, deberá resistir al peso de la bicicleta y de la persona que lo utilice sin ningún problema. Se tomó como peso máximo de la bicicleta 20N, pero

teniendo en cuenta que sobre el rodillo únicamente va apoyada la rueda trasera de la bicicleta, el peso que deberá soportar será la mitad, es decir, 10N. Por otro lado, se tomó como peso máximo del usuario 140N, pero al igual que ocurre con la bicicleta, el peso del usuario se divide entre la parte delantera de la bicicleta y la parte trasera, por lo que el peso que deberá soportar el rodillo será también la mitad, es decir, 80N.

Tras realizar el diseño del rodillo, se ha realizado el estudio mediante un ensayo de elementos finitos para comprobar el cumplimiento de fichas especificaciones.

Para ello se selecciona el chasis trasero del rodillo como elemento a estudiar, dado que es el elemento que más esfuerzos sufrirá y dado que es el elemento que soporta tanto el peso de la bicicleta como el peso de lo que es únicamente la parte del rodillo elastómero.

8.1.1.- Cálculos.

Previamente a la realización del ensayo se ha analizado el comportamiento de sólido, en este caso el chasis trasero, y se han calculado las cargas y los momentos a los que está sometido. Las cargas y momentos determinados son los siguientes:

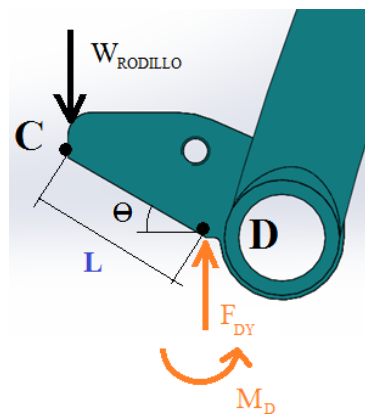


Figura 43. Cargas en la parte del rodillo

Donde W_{RODILLO} es el peso del soporte completo del rodillo elastómero, F_{DY} es la reacción en el punto D, θ es el ángulo formado con la horizontal que en este caso es el

suelo, L la distancia que hay entre el punto C y D y M_D el momento que se crea en el punto D.

El único dato que se conoce es el peso del rodillo, Para la obtención de este dato, se aplicó un material a cada elementos que compones el soporte del rodillo y se calculó mediante SolidWorks. El valor que se obtuvo fue de 3.56 N. Aplicando el sumatorio de fuerzas igual a cero se obtiene el valor de F_{DY} .

$$\sum F_Y = 0$$

$$F_{DY} - W_{RODILLO} = 0$$

$$F_{DY} = W_{RODILLO} = 3,56 \text{ N}$$

Una vez tenemos calculada la fuerza podemos calcular el momento en el punto D de la siguiente manera:

$$M_D = W_{RODILLO} \cdot L \cdot \cos(\Theta) = 3.56 \cdot 62,62 \cdot \cos(30^\circ) = 193 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

A continuación hay que calcular el resto de cargas a las que está sometido el chasis, las cuales se muestran en la siguiente figura. Puesto que el peso del rodillo y de la bicicleta no afectan al movimiento en el eje X, se desprecien las fuerzas en dicho eje.

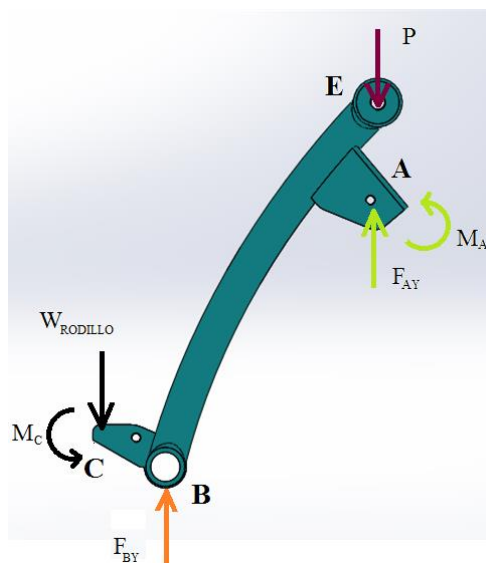


Figura 44. Cargas en el chasis trasero

F_{AY} y F_{BY} son las reacciones en los puntos de apoyo A y B, P es el peso que se ha tomado para la bicicleta dividido por dos más el peso del usuario dividido por dos, M_c es el momento que se crea en el punto D indicado en la foto anterior pero son sentido contrario y M_A es el momento generado en el punto A.

Una vez se tienen todas las cargas, los únicos datos conocidos son P y $W_{RODILLO}$. Para el cálculo del resto de cargas y de los momentos se aplican las siguientes ecuaciones:

$$\sum F_Y = 0 ; \quad \sum M_B = 0 ; \quad \sum M_A = 0$$

Tras aplicar estas ecuaciones, se llega a 3 ecuaciones con 3 incógnitas. Al intentar resolver dichas ecuaciones, se observa que dos de las ecuaciones obtenidas son lineales, por lo que no puede resolverse el sistema.

Para solucionarlo, se plantean las cargas en un nuevo sólido, en el que se tienen en cuenta el chasis trasero y el delantero.

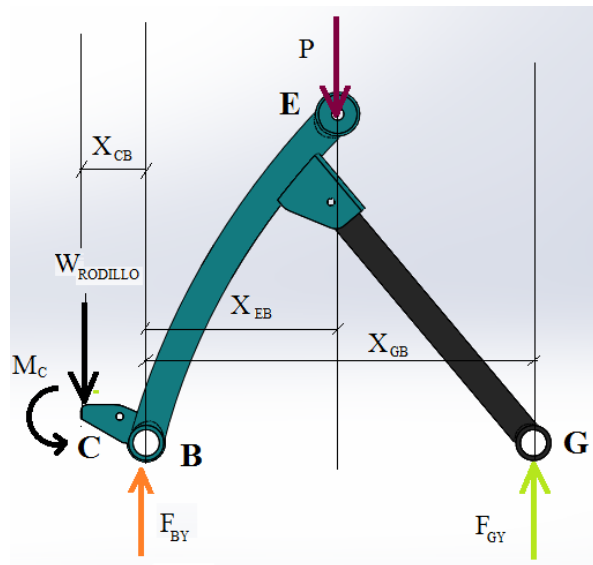


Figura 45. Cargas en el chasis completo

$$\sum M_D = 0$$

$$W_{RODILLO} \cdot X_{CB} + M_C - P \cdot X_{EB} + F_{GY} \cdot X_{GB} = 0$$

$$3,56 \text{ N} \cdot 72 \text{ mm} + 193 \text{ N} \cdot \text{mm} - 80 \text{ N} \cdot 217,5 \text{ mm} + F_{GY} \cdot 439,2 \text{ mm} = 0$$

$$F_{GY} = 38,59 \text{ N}$$

Una vez obtenida la reacción en el apoyo G (F_{GY}) ya se puede obtener la reacción en el otro apoyo que es F_{BY} mediante la siguiente ecuación:

$$\sum F_Y = 0$$

$$F_{BY} + F_{GY} - P - W_{\text{RODILLO}} = 0$$

$$F_{BY} = -F_{GY} + P + W_{\text{RODILLO}} = 80 \text{ N} + 3,56 \text{ N} - 38,59 \text{ N}$$

$$F_{BY} = 44,97 \text{ N}$$

Una vez se ha calculado F_{BY} ya podemos calcular en el chasis trasero la F_{AY} , la cual será igual a la fuerza calculada en el apoyo G (F_{GY}). Por lo tanto, la única incógnita que queda es M_A . Ésta la calculamos mediante la siguiente ecuación:

$$\sum M_D = 0$$

$$W_{\text{RODILLO}} \cdot X_{CB} + M_C - P \cdot X_{EB} + F_{GY} \cdot X_{GB} + M_A = 0$$

$$3,56 \text{ N} \cdot 72 \text{ mm} + 193 \text{ N} \cdot \text{mm} - 80 \text{ N} \cdot 217,5 \text{ mm} + 38,59 \text{ N} \cdot 439,2 \text{ mm} + M_A = 0$$

$$M_A = 8.846,75 \text{ N} \cdot \text{mm} \cong 8.85 \text{ N} \cdot \text{m}$$

8.1.2.- Resultados obtenidos.

Una vez calculadas todas las cargas a las que se encuentra sometido el chasis trasero, se realiza el ensayo de elementos finitos. Este ensayo se hace mediante un análisis estático.

En primer lugar, se le aplica el material. El material escogido para el chasis es la aleación de 6061 de aluminio cuyas características son las siguientes:

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	6.9e+010	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.33	N/D
Módulo cortante	2.6e+010	N/m ²
Densidad de masa	2700	kg/m ³
Límite de tracción	124084000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	55148500	N/m ²

Figura 46. Propiedades de al aleación 6061 de aluminio

Una vez aplicado el material, se aplicaron todas las cargas a las que está sometido el chasis, las cuales se han calculado y explicado en el apartado anterior. Tras aplicar las cargas, se realizó el mallado.

- **Características del mallado:**
 - Número de nodos: 42818
 - Número de elementos: 23356

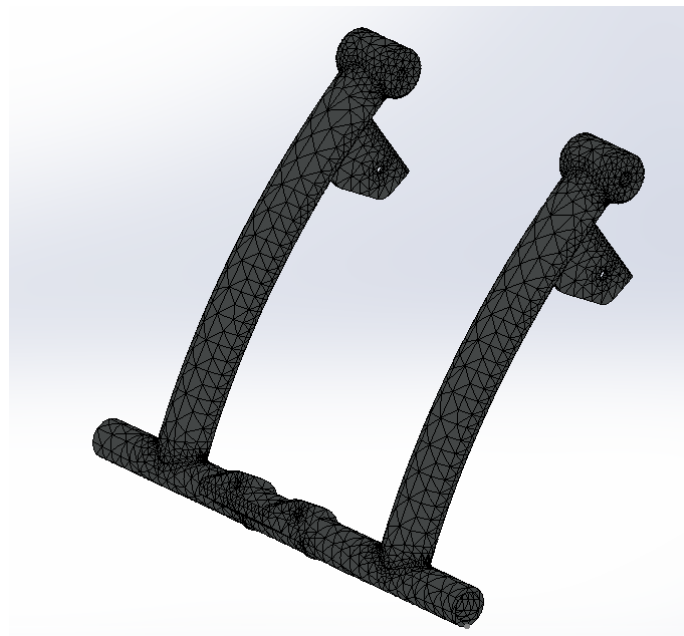


Figura 47. Mallado

- **Tensiones de Von Mises**

En este apartado se muestran las tensiones que se producen sobre el chasis. Mediante la escala de colores indicada en cada una de las figuras se observa de forma visual clara las zonas en las que más tensiones se producen y las zonas en las que menos. La máxima tensión de Von Mises se produce en el nodo 9735 y tiene un valor de $3.258e+005 \text{ N/m}^2$. Sin embargo, la mínima tensión de Von Mises se produce en el nodo 11352 y tiene un valor de $9.060e-003 \text{ N/m}^2$.

Como puede apreciarse en la *Figura 48*, la zona donde más tensiones se producen es en la parte superior, donde se coloca el eje de la rueda trasera de la bicicleta (*Figura 49*). La siguiente zona en la que se producen tensiones es en la parte donde van los tornillos que unen el chasis delantero con el chasis trasero. Otra zona en la que se producen también ciertas tensiones es en la parte donde va colocado el soporte del rodillo elastómero (*Figura 50*). Esto es debido al peso de dicho soporte.

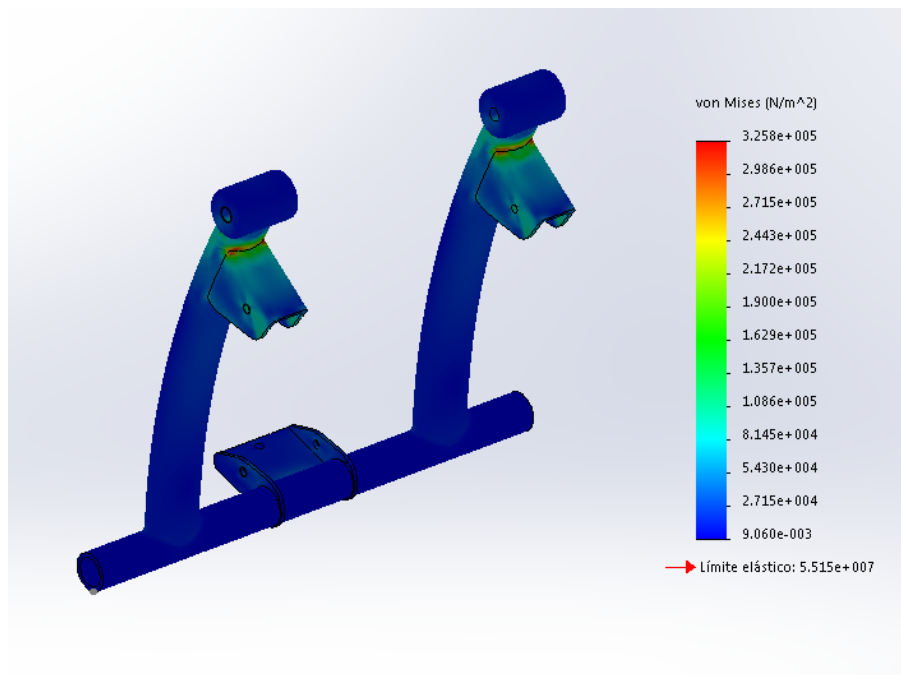


Figura 48. Tensiones de Von Mises 1

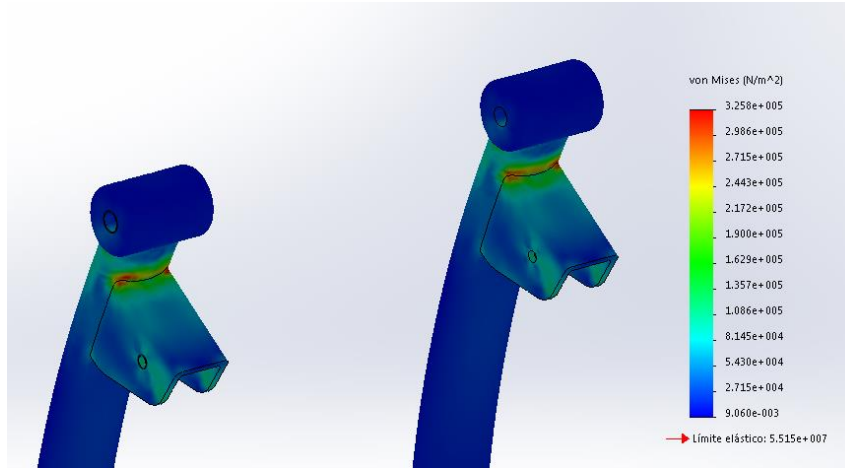


Figura 49. Tensiones de Von Mises (parte de sujeción de la bicicleta)

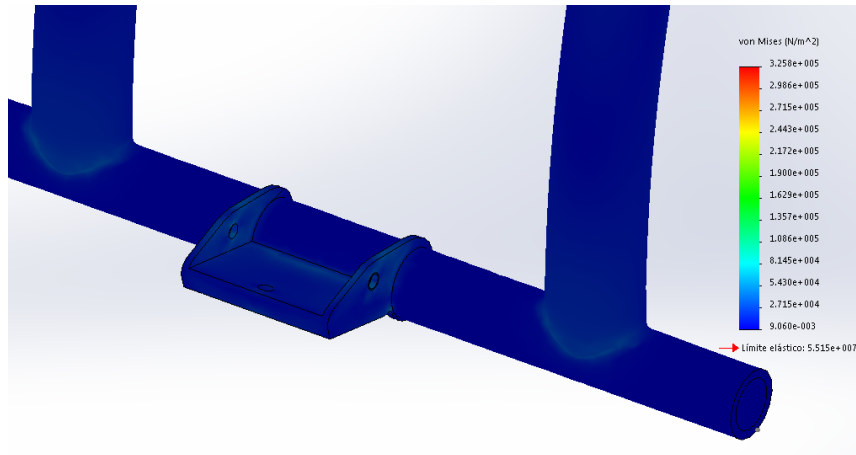


Figura 50. Tensiones de Von Mises (parte inferior del rodillo)

- **Desplazamientos**

Del mismo modo se muestran los desplazamientos generados por las cargas en el chasis. El máximo desplazamiento se produce en el nodo 14590 y tiene un valor de 6.767e-004mm. El mínimo desplazamiento se produce en el nodo 17 y tiene un valor de 0.000e+000mm.

Al igual que las tensiones de Von Mises, los mayores desplazamientos se producen en la parte superior del rodillo donde va sujeta la rueda trasera de la bicicleta (*Figura 52*) y en la parte inferior donde se coloca el soporte del rodillo elastómero (*Figura 53*).

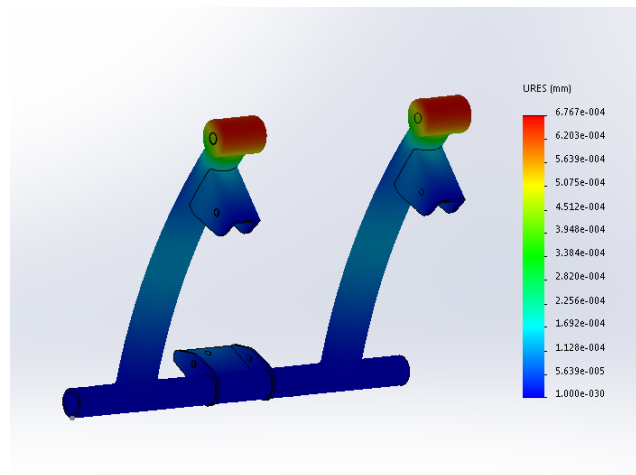


Figura 51. Desplazamientos

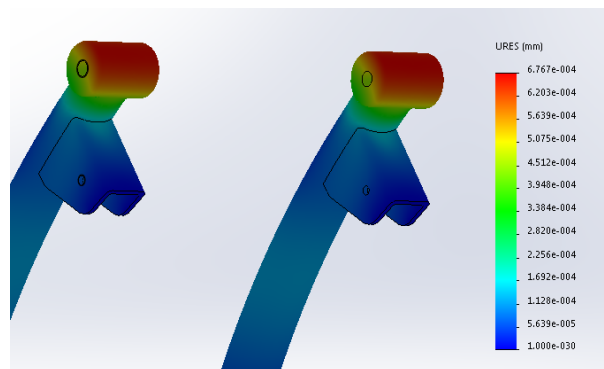


Figura 52. Desplazamientos (parte de sujeción de la bicicleta)

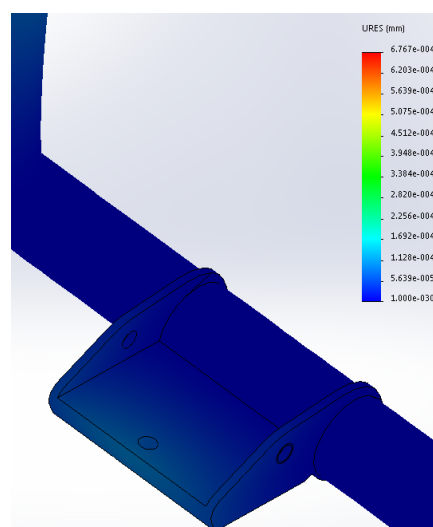


Figura 53. Desplazamientos (parte del soporte del rodillo elastómero)

- **Deformaciones unitarias**

Las deformaciones se dan, por lo tanto, en la parte superior del rodillo donde irá colocada la bicicleta y la parte inferior donde va colocado el soporte del rodillo elastómero. La máxima deformación unitaria se produce en el nodo 19144 y tiene un valor de 4.016×10^{-6} . La mínima deformación unitaria se produce en el nodo 8745 y tiene un valor de 4.858×10^{-14} .

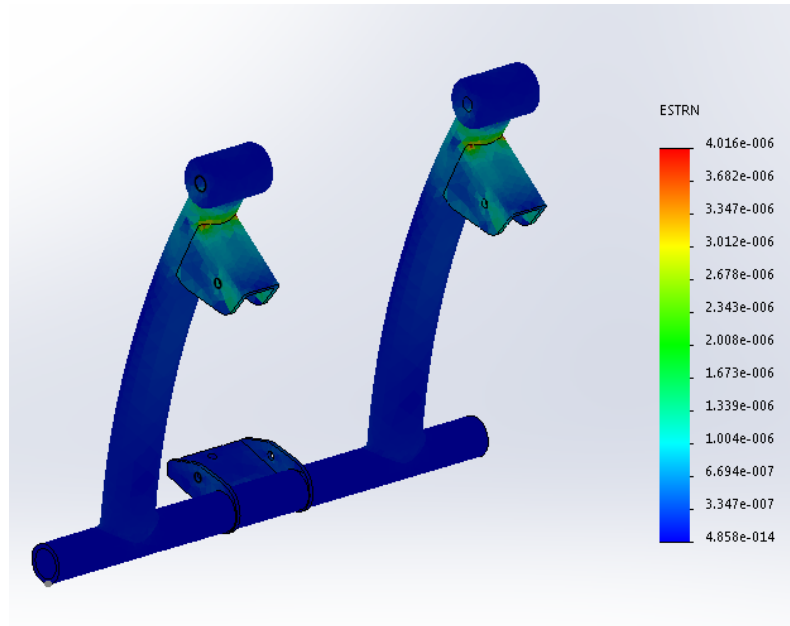


Figura 54. Deformaciones unitarias

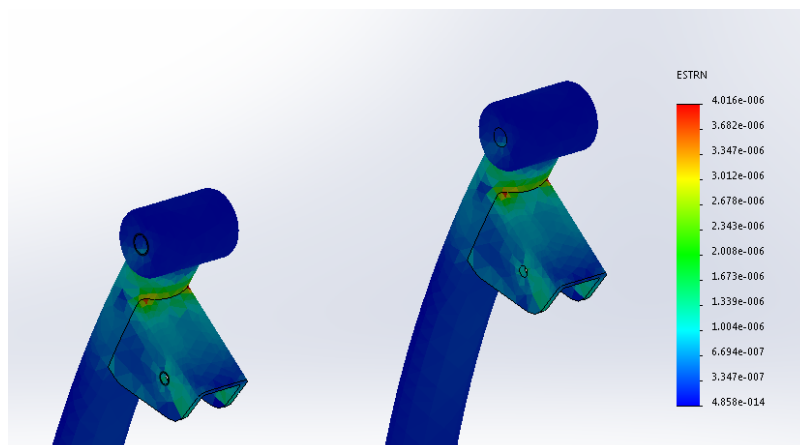


Figura 55. Deformación unitaria (parte de sujeción de la bicicleta)

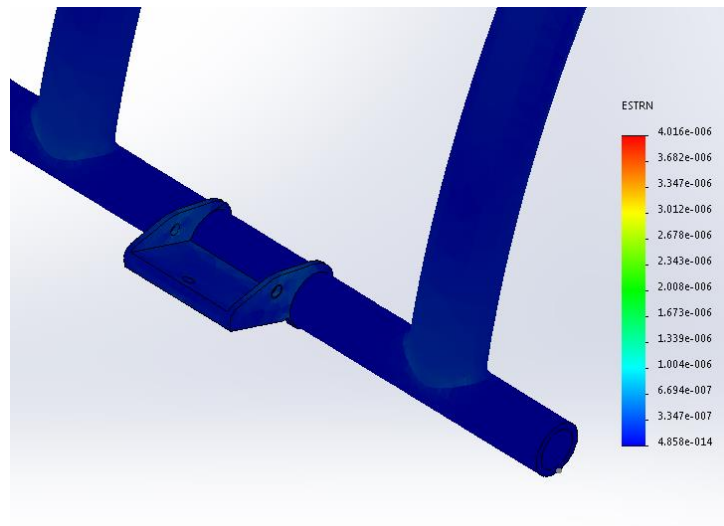


Figura 56. Tensiones de Von Mises (parte inferior del rodillo)

9.- PRESUPUESTO.

Descripción	Cantidad	Precio unitario [€/unidad]	Coste [€]
-------------	----------	-------------------------------	--------------

SISTEMA MECÁNICO

Perfiles	2 m.	12,60 €/m	25,20
Palomilla	5 uds.	1,15 €/m	5,75
Pasador roscado	2 uds.	0,60 €/ud.	1,20
Regulador roscado	1 ud.	0,45 €/ud.	0,45
Goma antideslizante	4 uds.	0,64 €/ud.	2,56
Cilindro regulador	1 ud.	1,65 €/ud.	1,65
Soporte rodillo	1 ud.	1,80€/ud.	1,80
Eje rodillo	1 ud.	1,5 €/ud.	1,50
Rodillo elastómero	1 ud.	6,50 €/ud.	6,50
Disco de inercia	2 uds.	6,70 €/ud.	13,40
Goma disco de inercia	2 uds.	2,40 €/ud.	4,80
Tuerca ISO - 4035 - M16 - S	2 uds.	0,05 €/ud.	0,10
Tuerca ISO - 4035 - M6 - S	2 uds.	0,05 €/ud.	0,10
Tuerca ISO - 4035 - M10 - S	3 ud.	0,05 €/ud.	0,15
Tornillo ISO - 4017 - M16x55 - S	2 uds.	0,060 €/ud.	0,12

Tornillo ISO - 4017 - M10x100 - S	1 ud.	0,18 €/ud.	0,18
Tornillo ISO - 4017 - M6x20 - S	2 uds.	0,107 €/ud.	0,214
Arandela M10	4 uds.	0,78 €/ud.	3,12
Soporte superior dinamo	2 uds.	1,50 €/ud.	3,00
Soporte inferior dinamo	2 uds.	1,50 €/ud.	3,00

TOTAL SISTEMA MECÁNICO..... 74,794 €

Descripción	Cantidad	Precio unitario [€/unidad]	Coste [€]
-------------	----------	-------------------------------	--------------

SISTEMA ELÉCTRICO

Dinamo	2 ud.	9,95 €/ud	19,90
Puente rectificador	1 ud.	1,36 €/ud	1,36
Condensador (1000 μ F y 35 V)	1 ud.	1,63 €/ud.	1,63
Condensador (10 μ F)	1 ud.	0,24 €/ud.	0,24
Condensador (0,1 μ F)	1 ud.	0,10 €/ud.	0,10
Regulador de voltaje LM 7805.	1 ud.	2,10 €/ud.	2,10
USB hembra	1 ud.	0,58 €/ud.	1,16
Cables conductores (0,5 mm ²)	0,5 m	0,16 €/m	0,08

TOTAL SISTEMA ELÉCTRICO..... 26,57 €

Descripción	Cantidad [horas]	Precio unitario [€/hora]	Coste [€]
-------------	---------------------	-----------------------------	--------------

MANO DE OBRA

Doblado	0,5 horas	15 €/hora	7,5
Soldadura	1 horas	15 €/hora	15
Pintura	0,5 horas	15 €/hora	7,5
Montaje	1 horas	15 €/hora	15

TOTAL MANO DE OBRA..... 45 €

Descripción	Coste [€]
-------------	--------------

PRESUPUESTO TOTAL

Sistema mecánico	74,794
Sistema eléctrico	26,57
Mano de obra	45

PRESUPUESTO TOTAL..... 146,364 €

El coste total del rodillo es de 146,364 €. Si a este precio se le aplica un 25% de ganancias, su precio en el mercado sería de 182,955 € (Impuestos no incluidos).

10.- CONCLUSIONES.

El presente trabajo tiene como objetivo principal el diseño de un rodillo universal para bicicletas con características ventajosas para sus usuarios que lleve incorporado un sistema de recuperación de energía para cargar dispositivos electrónicos. Una vez desarrollado el diseño completo cumpliendo los objetivos y especificaciones descritas se ha llegado a una serie de conclusiones.

- Cumplimiento de los objetivos y de las especificaciones.

Tras el diseño completo del rodillo universal para bicicletas, se ha podido observar el total cumplimiento las especificaciones descritas previas al diseño. Tanto las especificaciones descritas respecto al sistema mecánico como las del sistema eléctrico se han cumplido.

- El límite elástico se encuentra por encima de las tensiones de Von Mises.

A pesar de haber realizado los ensayos en el caso más desfavorable, escogiendo el peso de la bicicleta y del usuario lo suficientemente altos como para que pueda ser utilizado por cualquier usuario y con todo tipo de bicicletas, la diferencia que existe entre el límite elástico y la tensión de Von Mises nos garantiza que el soporte resistirá en cualquier condición.

- Posibilidad de adaptarlo a otros rodillos ya existentes en el mercado.

En este trabajo el objetivo era el diseño de un rodillo que llevara incorporado un sistema de recuperación de energía. Sin embargo, tras estudiar los diferentes rodillos existentes en el mercado se ha llegado a la conclusión de que el sistema de recuperación de energía podría adaptarse a varios de ellos, puesto que una gran parte tiene un diámetro de la barra inferior de 40 mm, al igual que el del rodillo diseñado.

- Ahorro de energía mediante energía renovable.

Aunque el objetivo de este trabajo no fuera precisamente conseguir un gran ahorro energético en las facturas de la luz, podemos decir que aunque sea una pequeña parte se conseguirá ahorrar. Hoy en día con las nuevas tecnologías recargamos los móviles al menos una vez al día, por lo que conseguiríamos ahorrarnos esas cargas diarias tan solo haciendo algo de deporte al día.

- Fomento del uso de las energía limpia.

Puesto que practicar deporte sobre un rodillo como el diseñado para este trabajo produce energía renovable, se puede decir que favorece al fomento del uso de estas energías. Esto conlleva a una disminución de la contaminación de nuestro planeta. Algo de lo que todos deberías estar concienciados y sobre lo que deberíamos actuar.

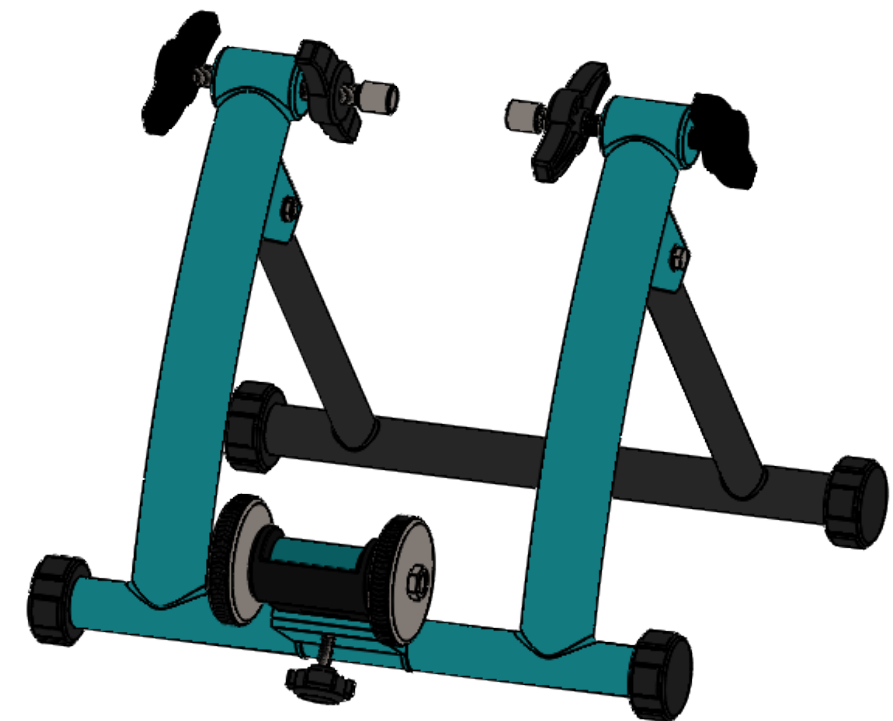
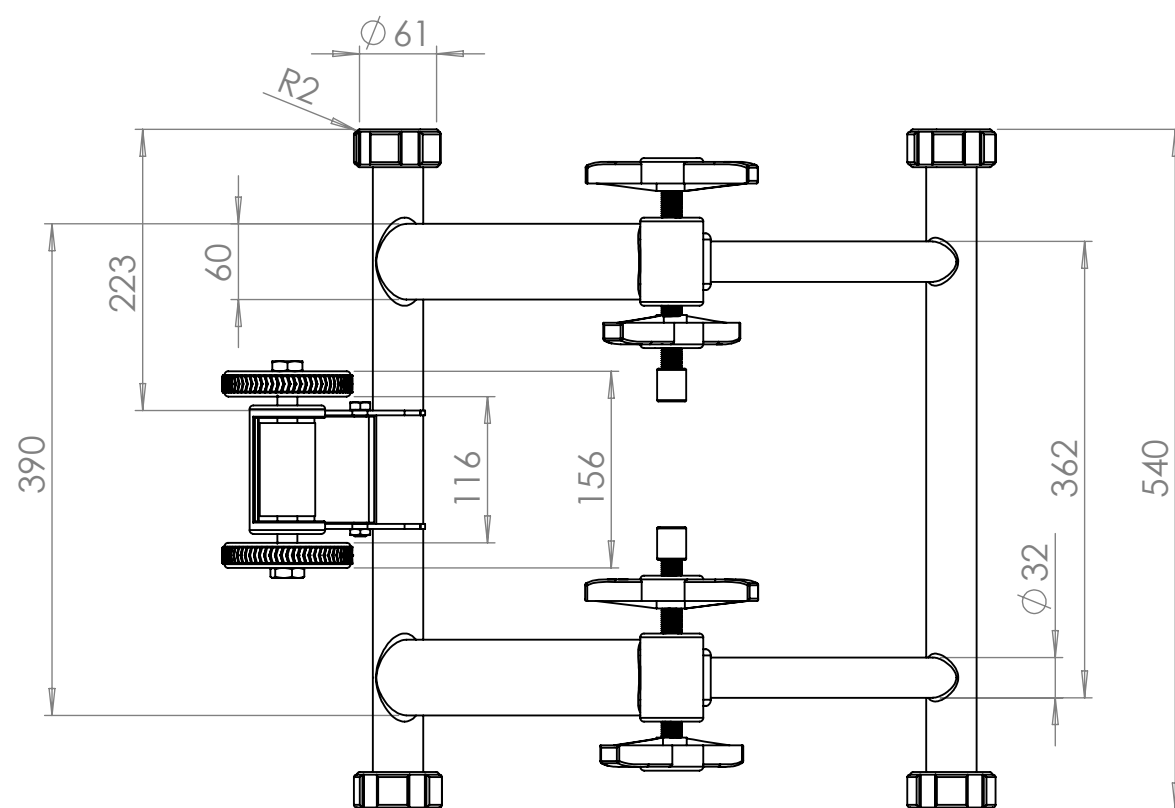
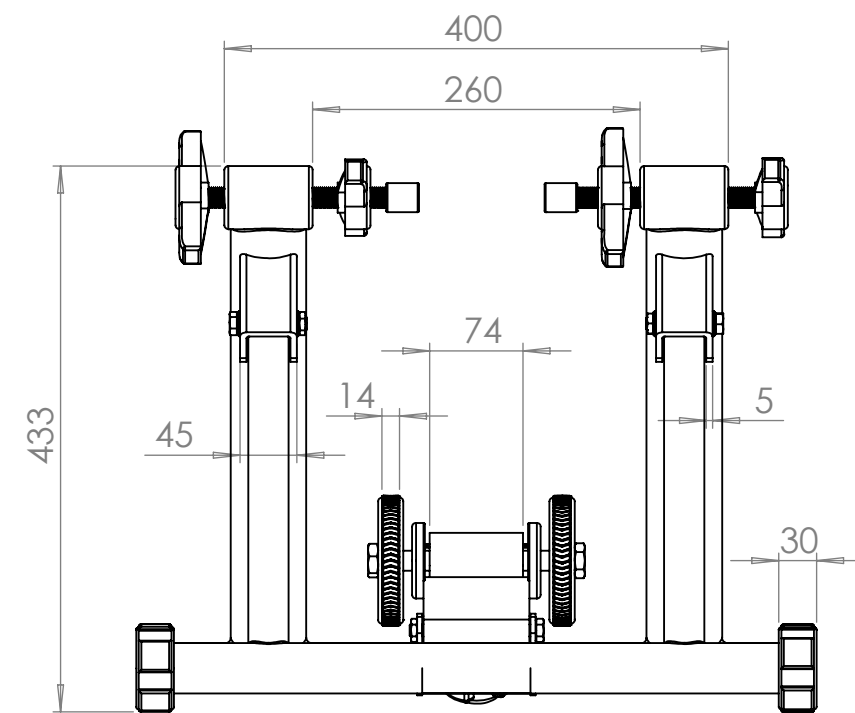
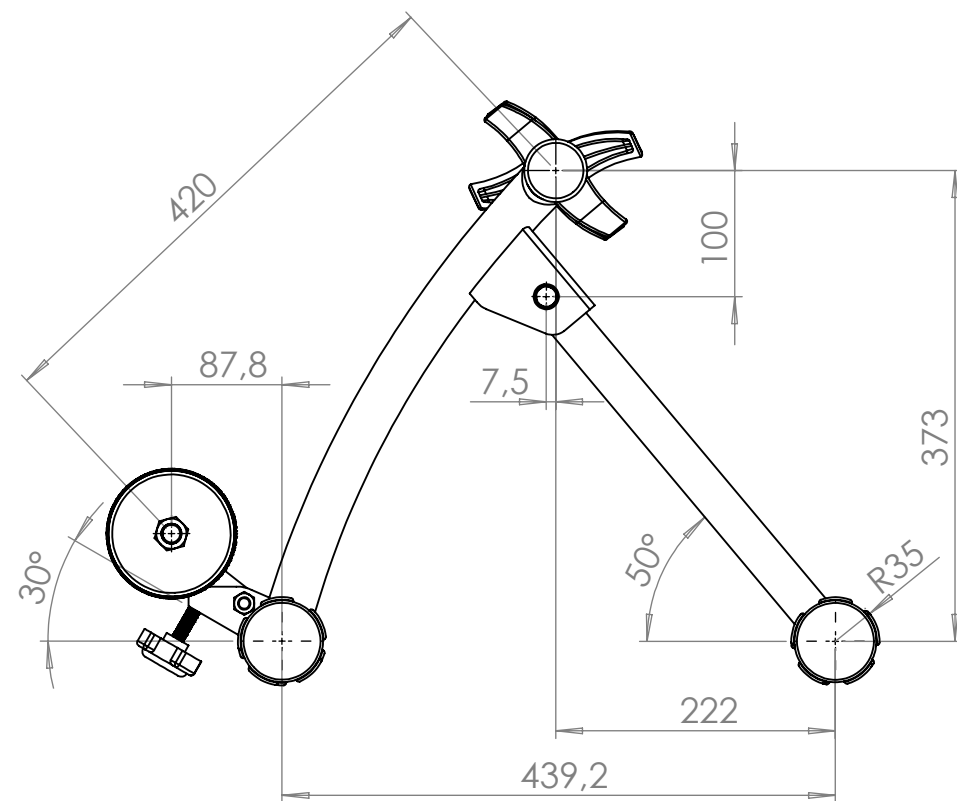
11.- BIBLIOGRAFÍA

- [1] «Terra,» 26 Marzo 2010. [En línea]. Available: <http://www.terra.org/categorias/articulos/energia-de-propulsion-humana-en-bicicleta>. [Último acceso: 13 Marzo 2017].
- [2] G. C. Cenamor, «Trabajo de fin de grado. Grado en Ingeniería Eléctrica,» 5 Septiembre 2012. [En línea]. Available: http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/10016/16840/1/TFG_CARLOS_CENAMOR_GOMEZ.pdf. [Último acceso: 15 Marzo 2016].
- [3] «Acciona,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/>. [Último acceso: 15 Marzo 2017].
- [4] ER, «Energía de mi tierra,» 5 Mayo 2016. [En línea]. Available: <http://energiademitierra.com/espana-produjo-en-abril-con-agua-viento-y-sol-mas-de-la-mitad-de-la-electricidad-que-consumio/>. [Último acceso: 3 Mayo 2017].
- [5] M. F. García, *Trabajo de fin de grado*, Tudela, 2015.
- [6] Z. A. Carmona, C. A. Ortega y V. A. Sánchez, «Generación de energía eléctrica por pedaleo,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/1754/Tesis.pdf?sequence=1>. [Último acceso: 13 Marzo 2017].
- [7] Á. J. A. E. García, «Así Funciona,» Septiembre 2015. [En línea]. Available: http://www.asifunciona.com/respuestas/respuesta_1/respuestas_1.htm. [Último acceso: 8 Marzo 2017].

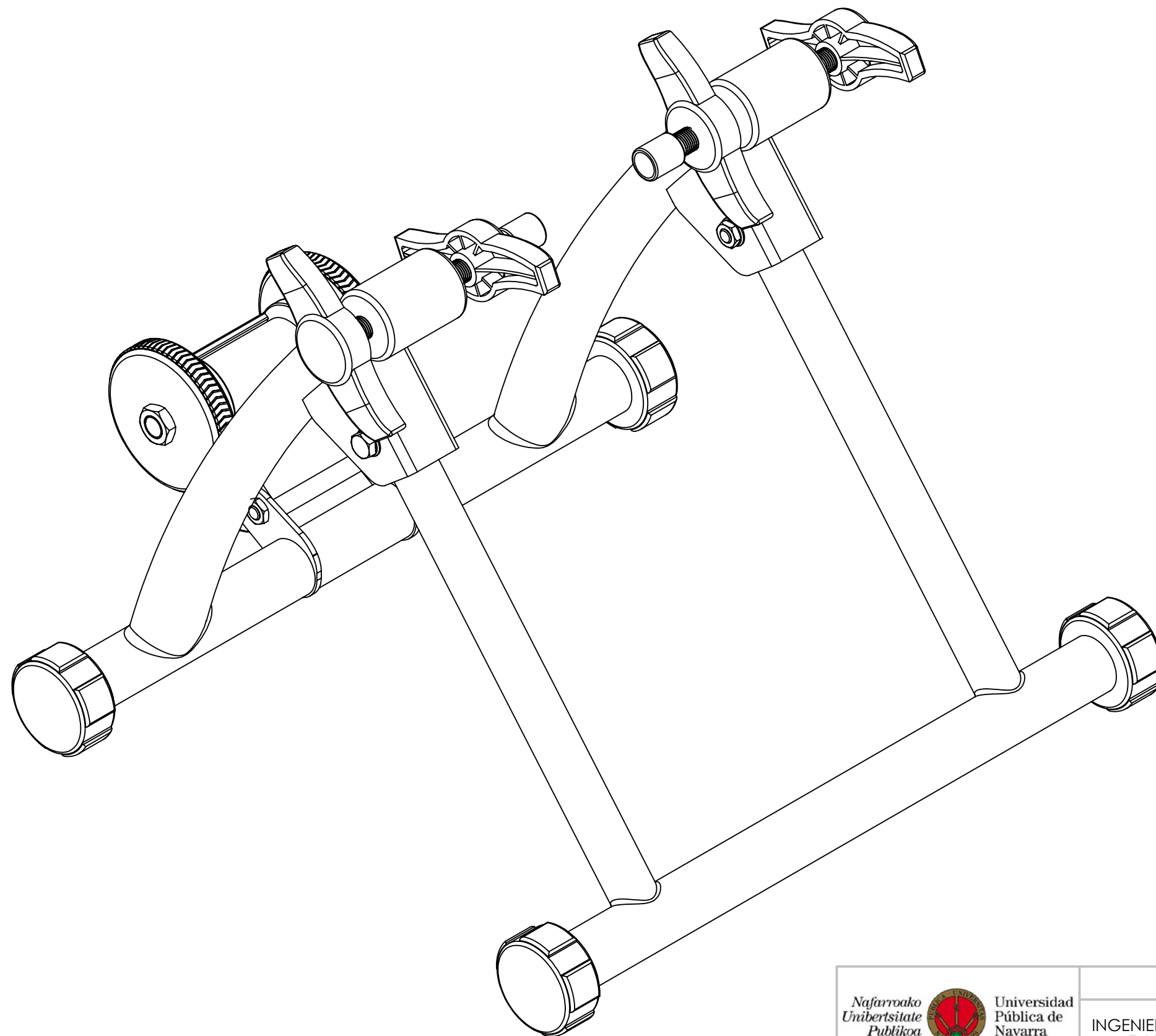
- [8] «ESMTB,» 21 Septiembre 2016. [En línea]. Available: <http://esmtb.com/2016/09/21/ruedas-26-plus-comparativa-medidas/>. [Último acceso: 6 Mayo 2017].
- [9] S. M. Merino, «Diario de un campista,» 17 Agosto 2016. [En línea]. Available: <http://diariodeuncampista.com/2016/08/que-tipos-de-rodillos-hay-ciclismo-analisis/>. [Último acceso: 6 Mayo 2017].
- [10] «Convergence Tech, Inc.,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.econvergence.net/product-p/1242.htm>. [Último acceso: 7 Mayo 2017].
- [1] Pablo, «Con Alforjas,» 3 Febrero 2017. [En línea]. Available: <http://conalforjas.com/dinamos-buje/>. [Último acceso: 7 Mayo 2017].
- [1] «Shoptrónica,» Diodos, 2017. [En línea]. Available: <http://www.shoptronica.com/diodos/2842-puente-de-diodos-rectificadores.html>. [Último acceso: 17 Mayo 2017].
- [1] «ITS. Instituto Tecnológico de Saltillo,» 2017. [En línea]. Available: <http://principioselectricosits.esy.es/1-3-4/>. [Último acceso: 17 Mayo 2017].
- [1] ASC, «ASC formación. Formación y Consultoría Técnica,» 4 Abril 2015. [En línea]. Available: <http://www.ascformacion.com/tesla-y-las-cataratas-del-niagara/>. [Último acceso: 24 Abril 2017].

ANEXO I

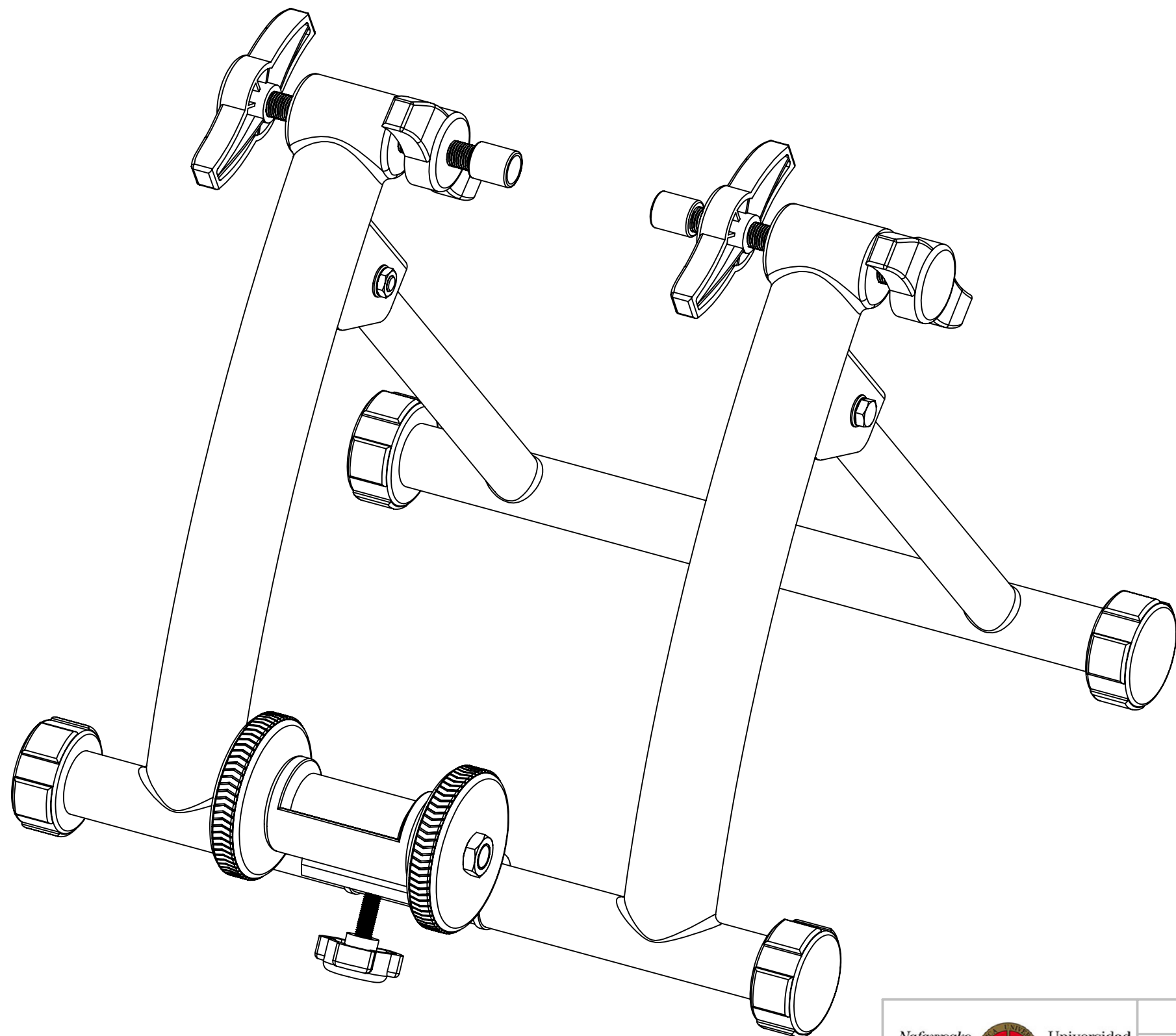
Planos de fabricación



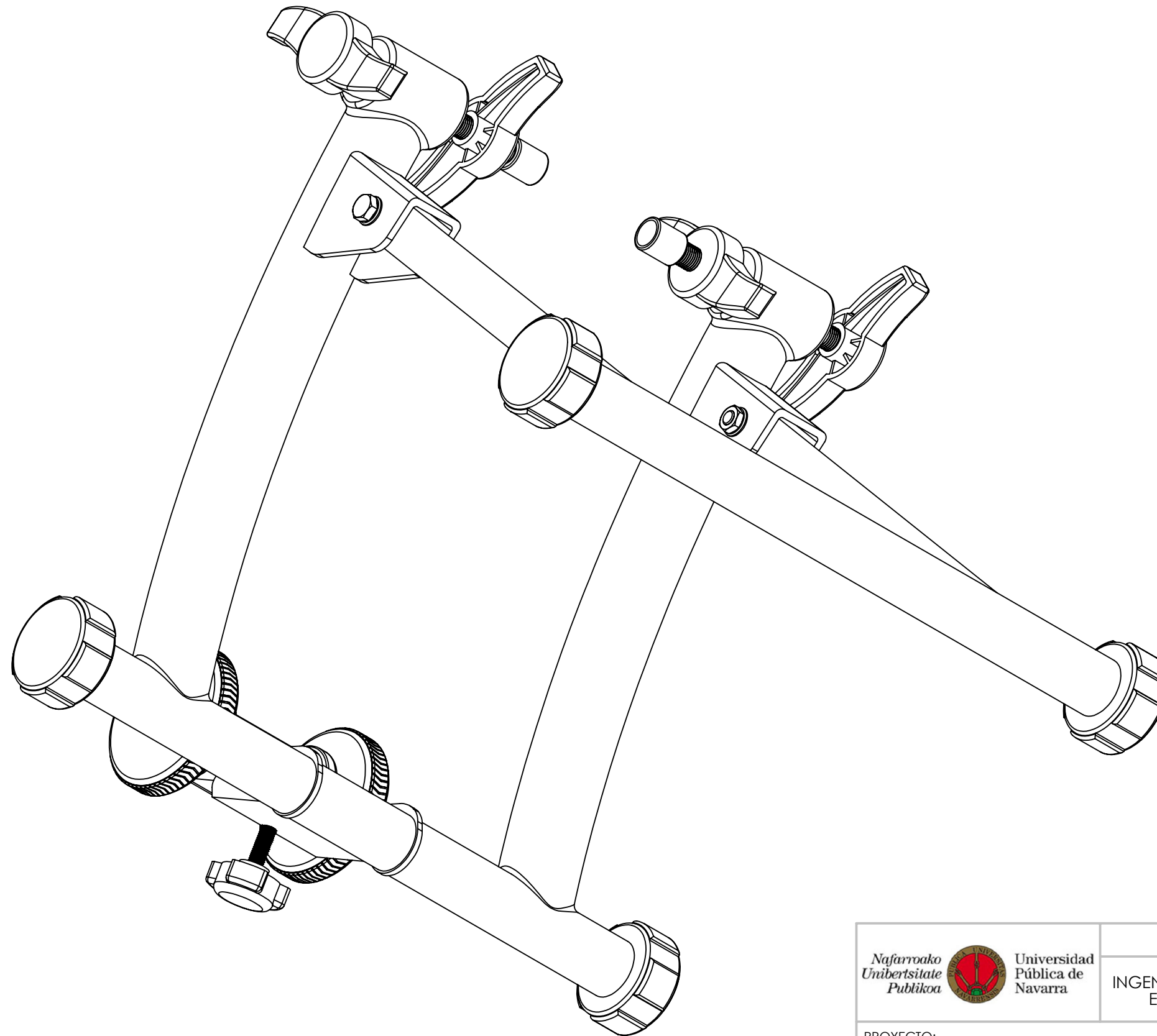
<div><div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div></div></div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO:		RELIZADO:		
DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA		VALENCIA ALFARO, NEREA		
PLANO:	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	
ENSAMBLAJE RODILLO COMPLETO	14/06/2017	1:6	1	





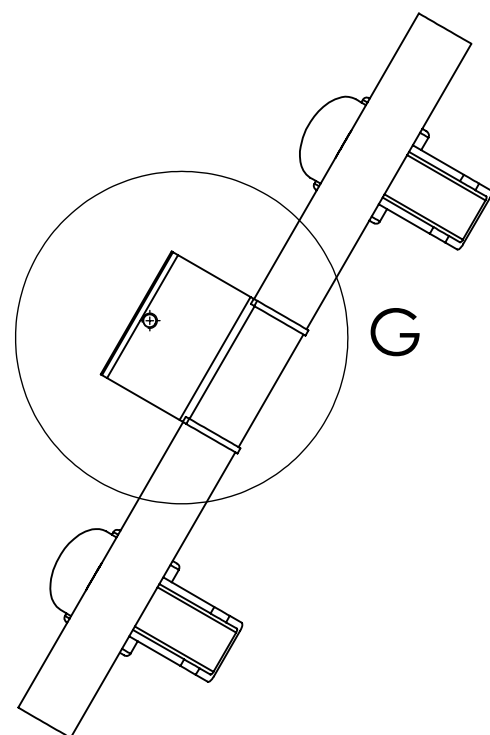
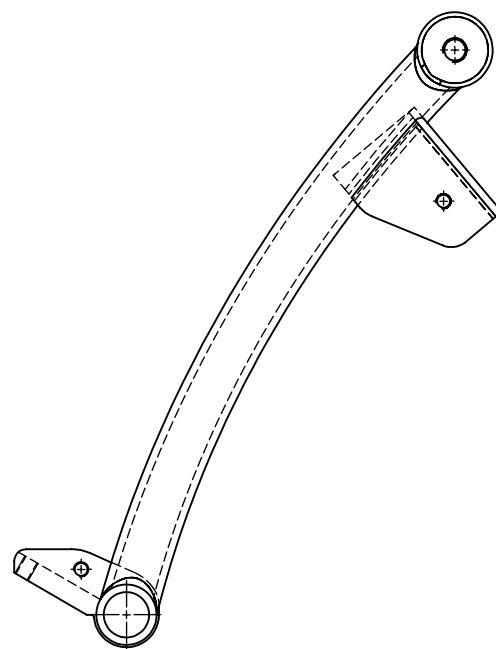
 <div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div> Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	RELIZADO: VALENCIA ALFARO, NEREA		
PROYECTO: DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA		FECHA: 14/06/2017		
PLANO: VISTA ISOMÉTRICA 1		ESCALA: 1:3	Nº PLANO: 2	



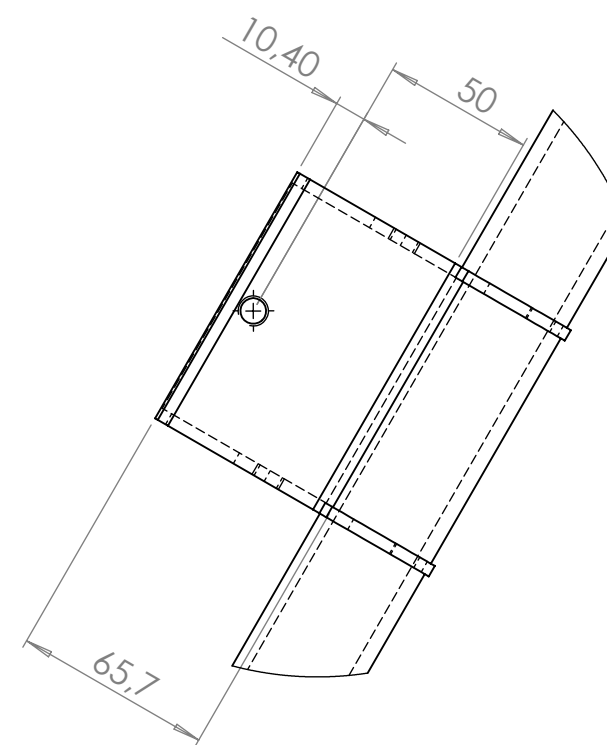
<div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div></div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	RELIZADO: VALENCIA ALFARO, NEREA		
PROYECTO: DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA				
PLANO: VISTA ISOMÉTRICA 1		FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:3	Nº PLANO: 3



  <div>Universidad Pública de Navarra</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	RELIZADO: VALENCIA ALFARO, NEREA		
PROYECTO: DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA		FECHA: 14/06/2017		
PLANO: VISTA ISOMÉTRICA 3		ESCALA: 1:3	Nº PLANO: 4	



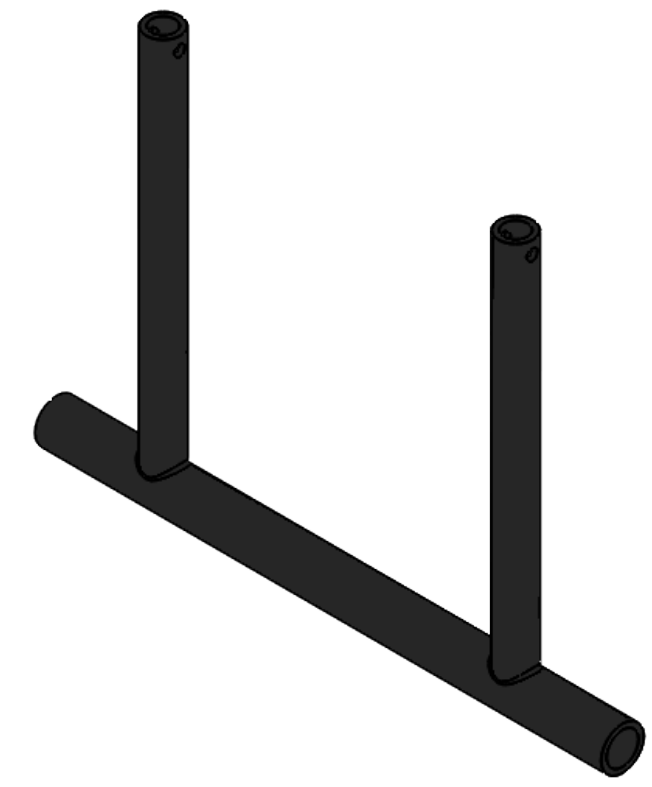
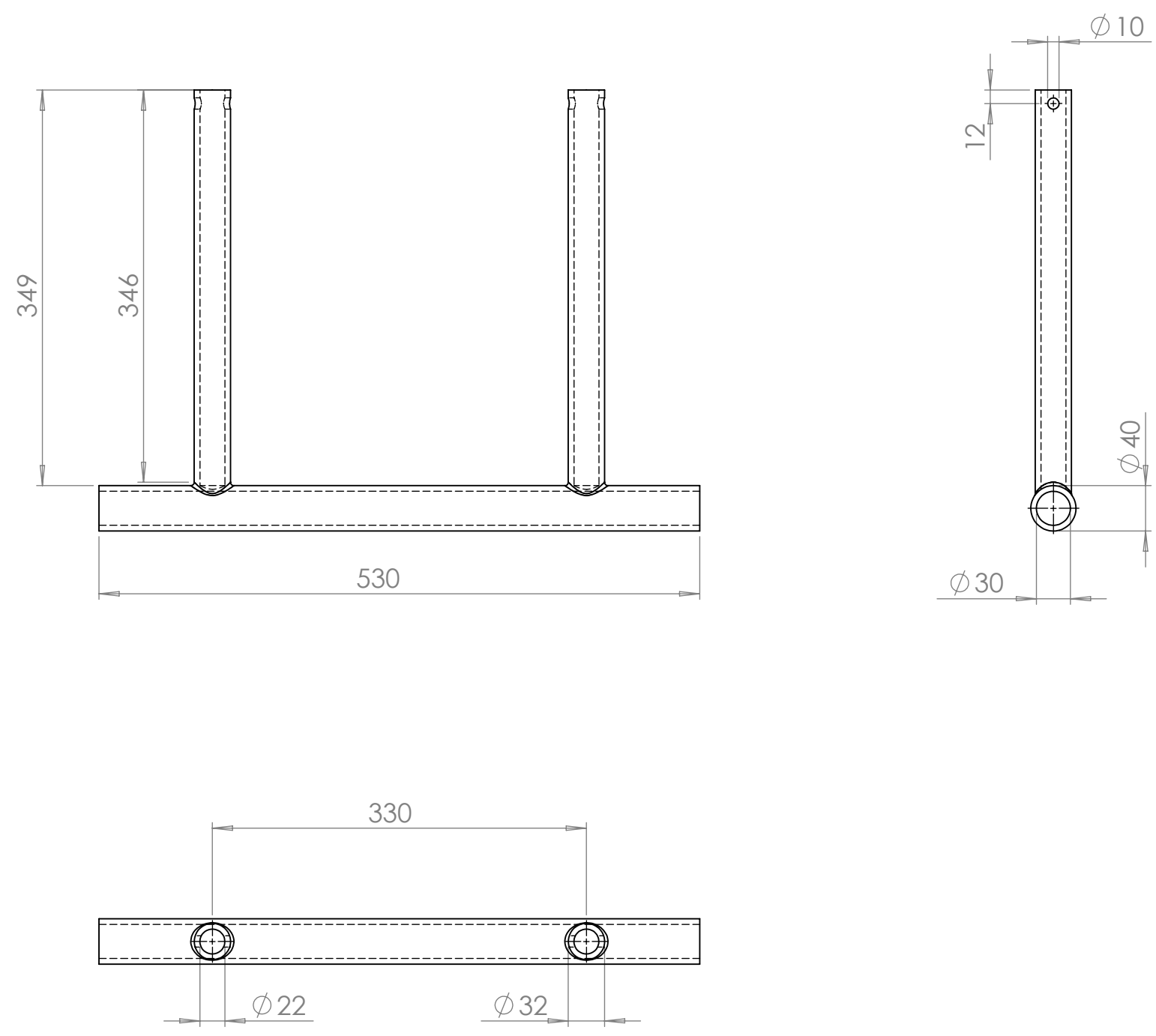
VISTA F



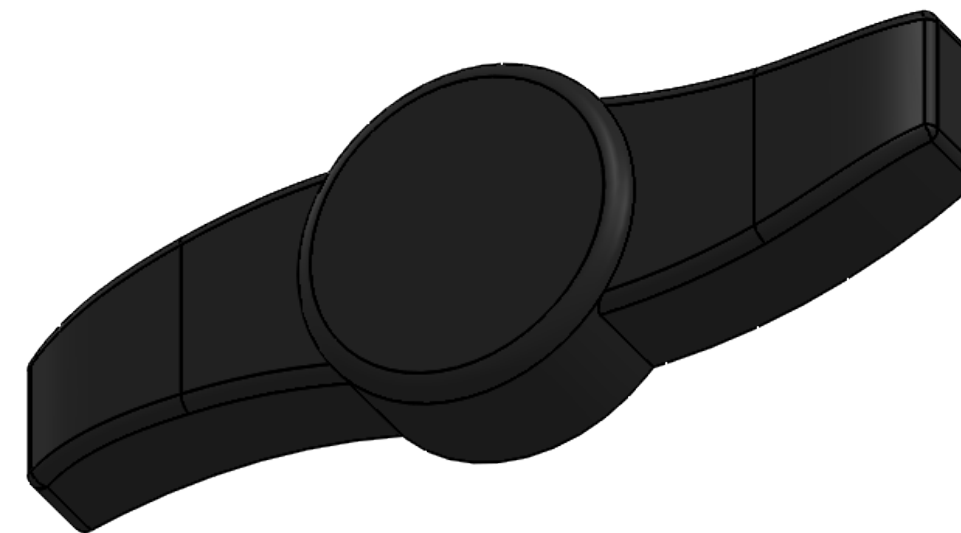
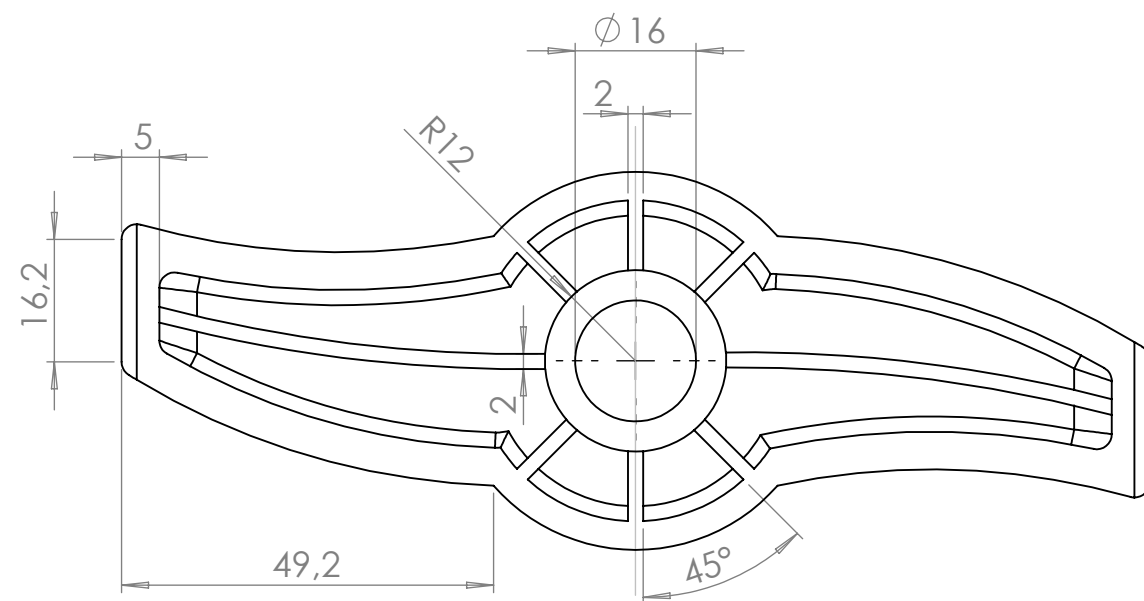
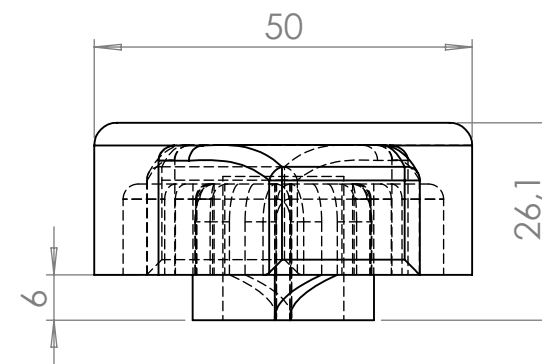
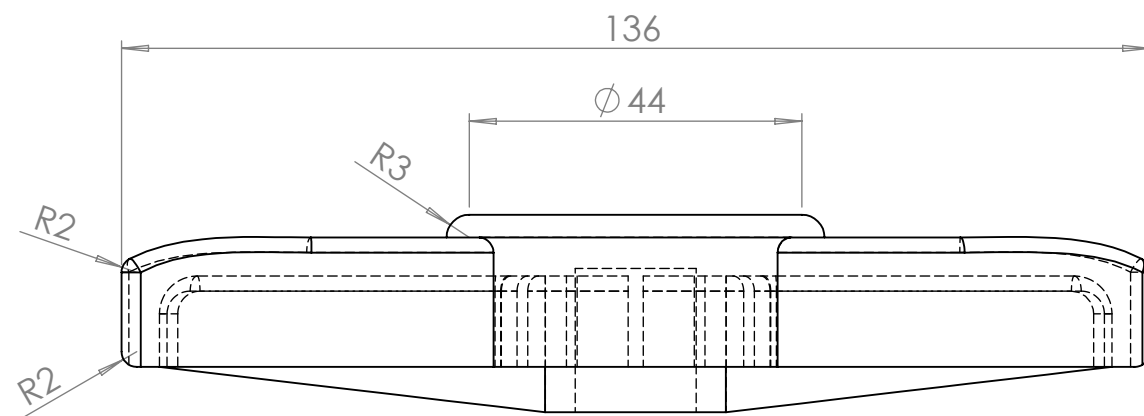
DETALLE G


ESCALA 2 : 5

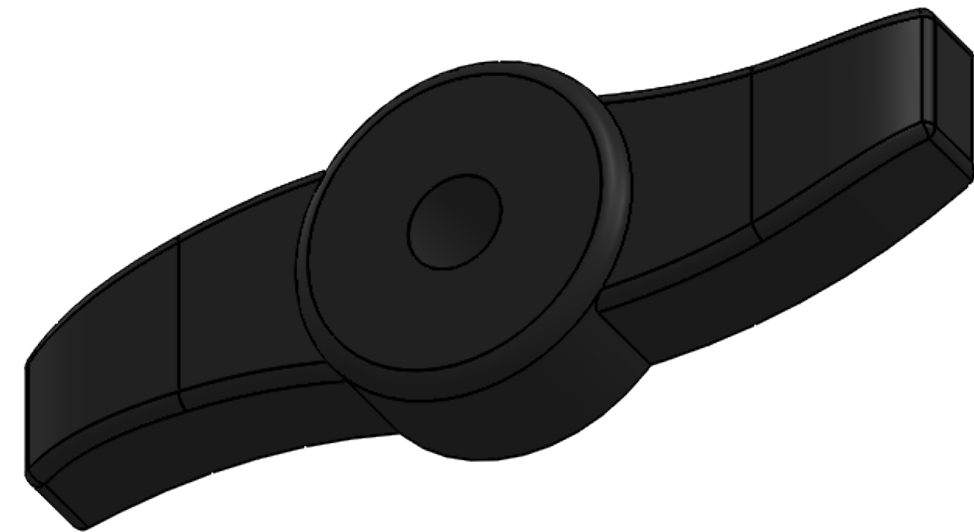
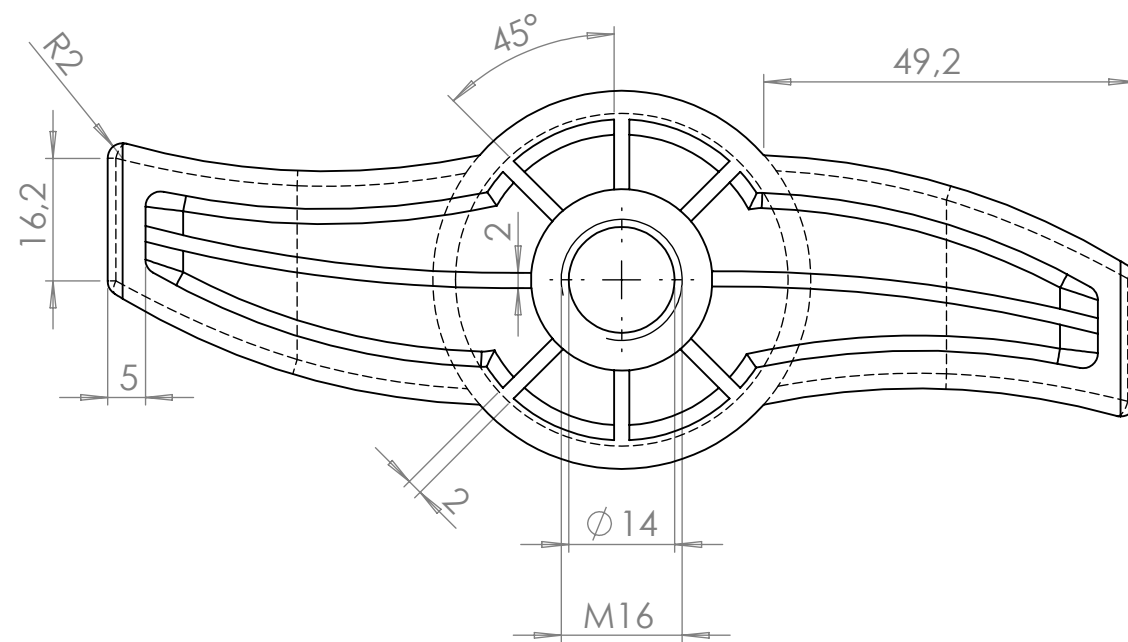
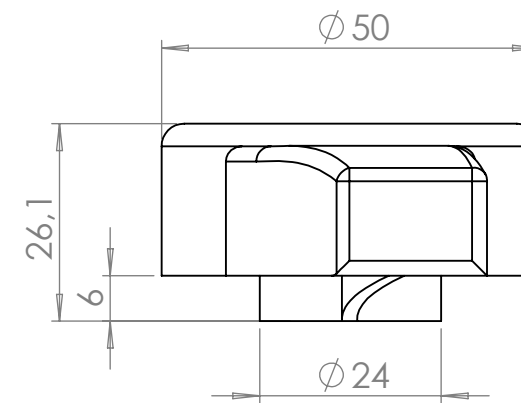
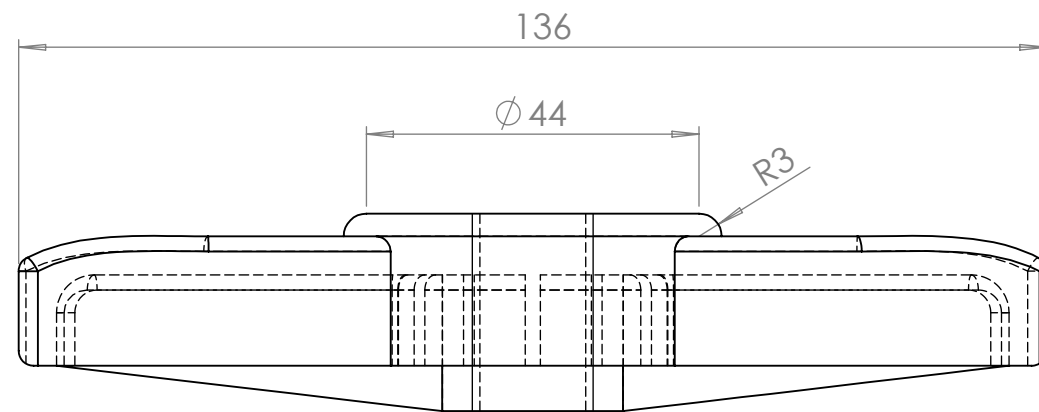
<div><div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div></div></div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO:		RELIZADO:		
DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA		VALENCIA ALFARO, NEREA		
PLANO:	ENSAMBLAJE PARTE RODILLO	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
		14/06/2017	1:2	6



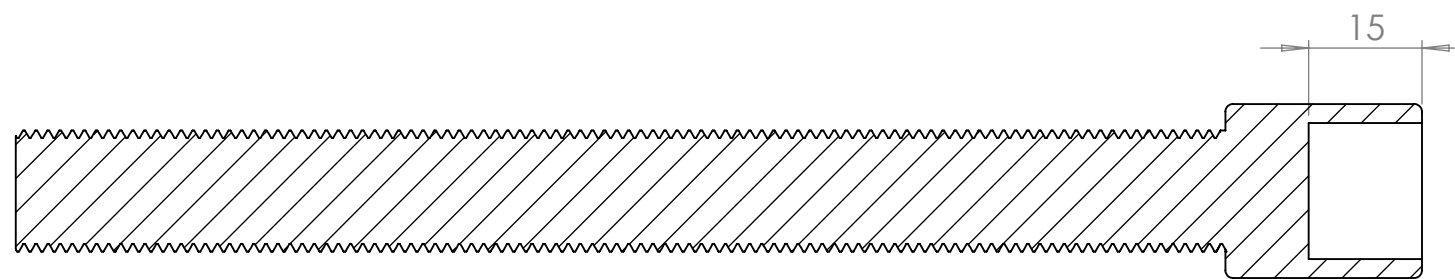
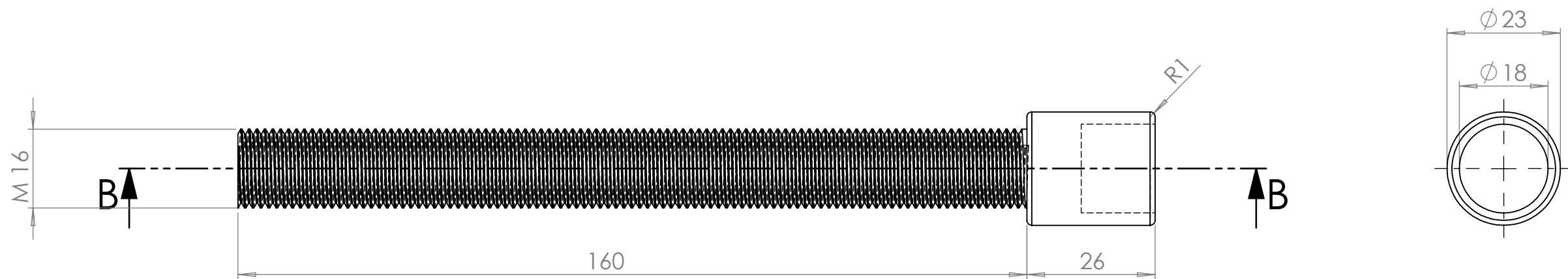
<div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div></div>	<div>E.T.S.I.I.T.</div> <div>INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO</div>	<div>DEPARTAMENTO:</div> <div>DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES</div>		
<div>PROYECTO:</div> <div>DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA</div>		<div>RELIZADO:</div> <div>VALENCIA ALFARO, NEREA</div>		
<div>PLANO:</div> <div>CHASIS DELANTERO</div>		<div>FECHA:</div> <div>14/06/2017</div>	<div>ESCALA:</div> <div>1:5</div>	<div>Nº PLANO:</div> <div>7</div>



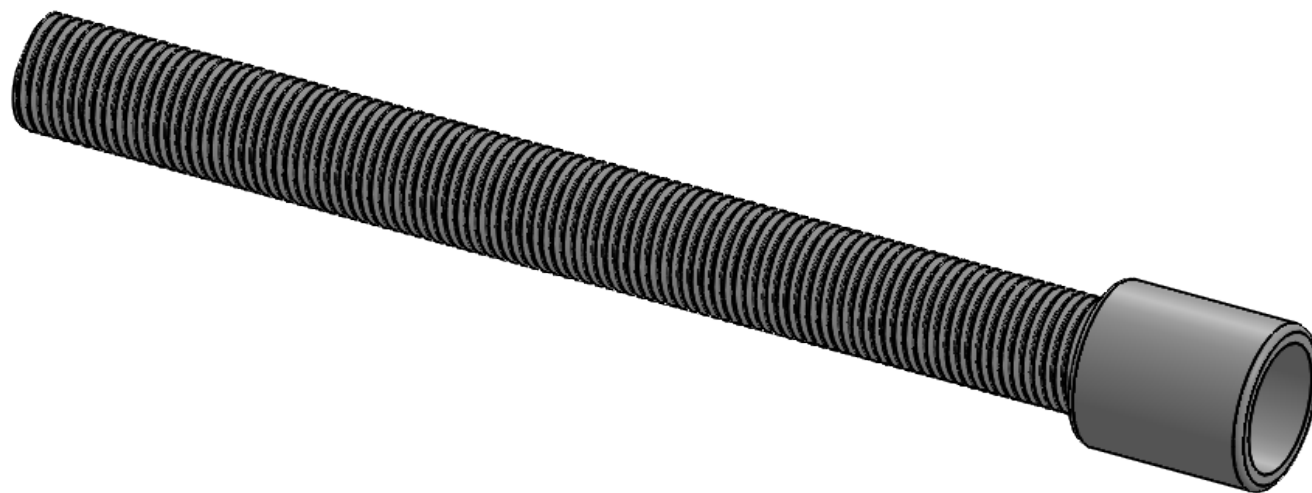
<div><div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div></div></div>		<div>E.T.S.I.I.T.</div>	<div>DEPARTAMENTO:</div> <div>DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES</div>		
<div>PROYECTO:</div> <div>DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA</div>		<div>INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO</div>	<div>RELIZADO:</div> <div>VALENCIA ALFARO, NEREA</div>		
<div>PLANO:</div> <div>PALOMILLA 01</div>		<div>FECHA:</div> <div>14/06/2017</div>	<div>ESCALA:</div> <div>1:1</div>	<div>Nº PLANO:</div> <div>8</div>	



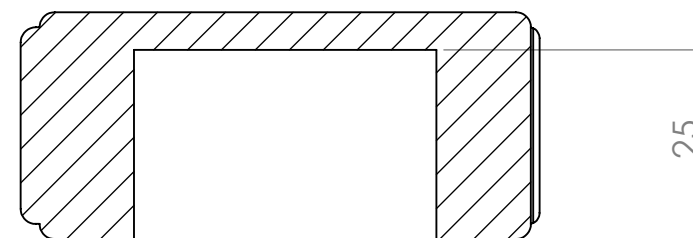
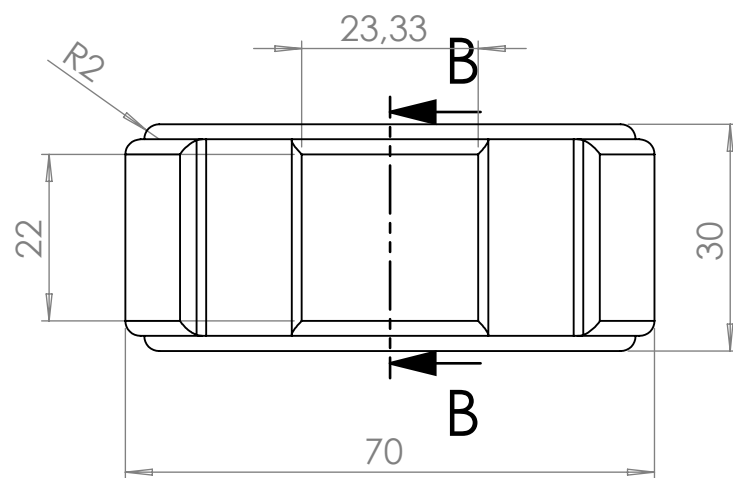
<p> <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>  Universidad Pública de Navarra </p>	<p>E.T.S.I.I.T.</p>	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	RELIZADO: VALENCIA ALFARO, NEREA		
PROYECTO: DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA		FECHA: 14/06/2017		
PLANO: PALOMILLA 02		ESCALA: 1:1		Nº PLANO: 9



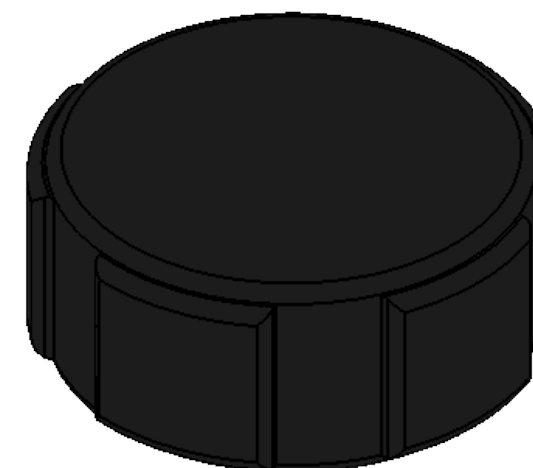
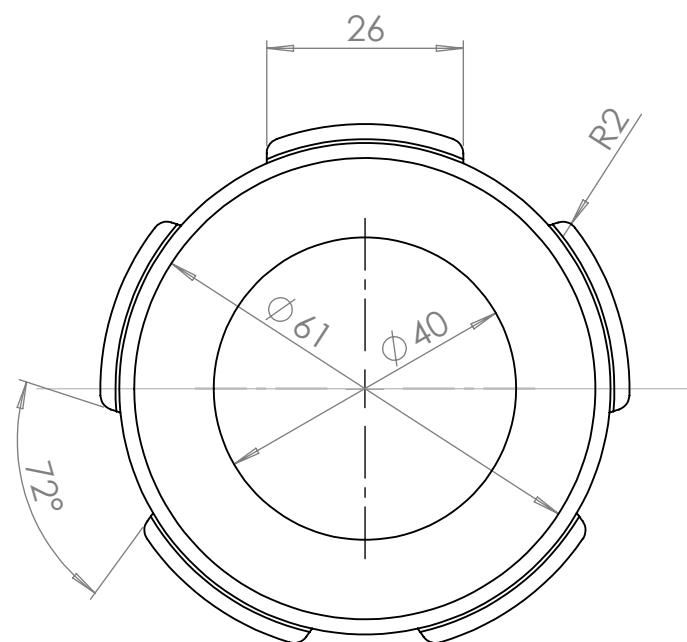
SECCIÓN B-B



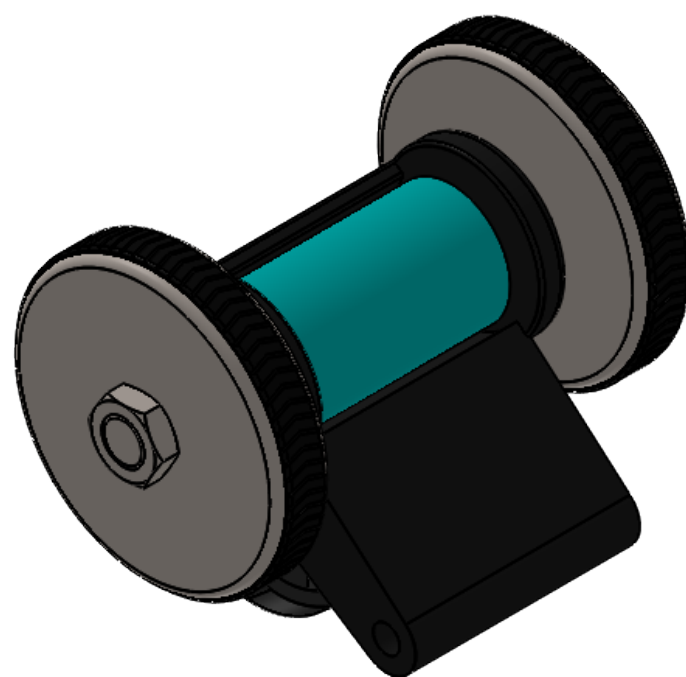
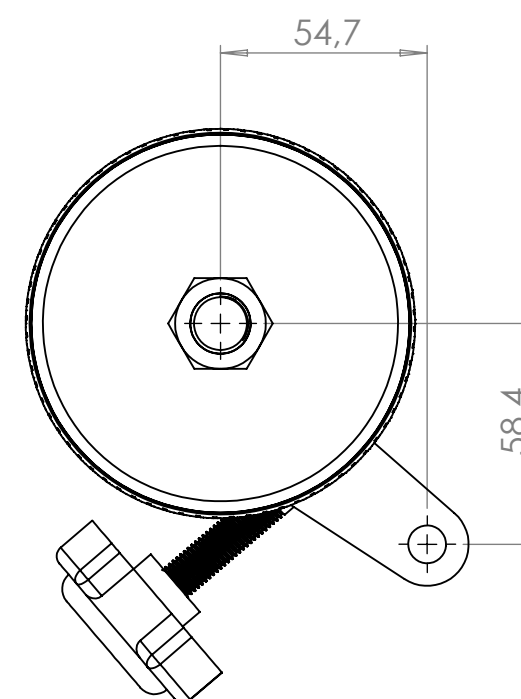
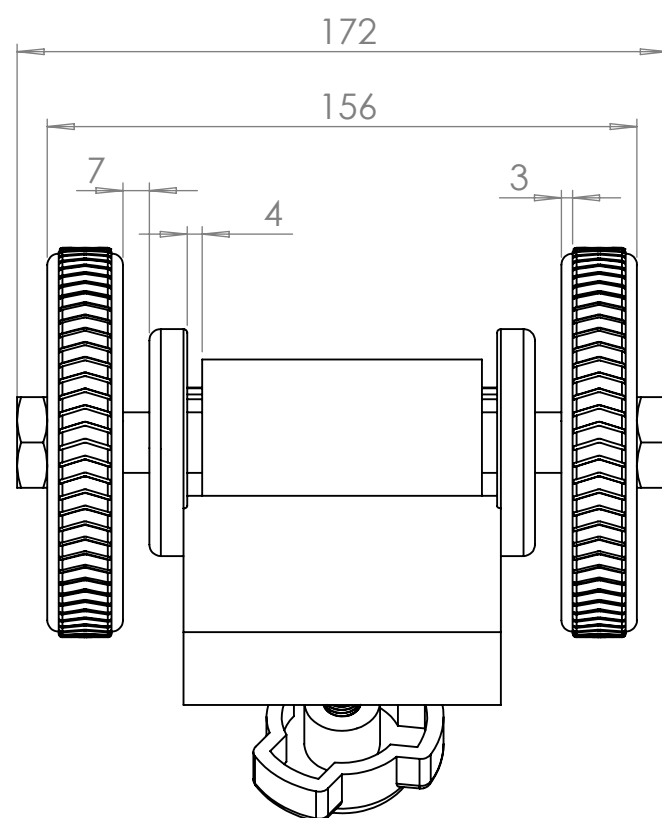
<div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div></div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO:		RELIZADO:		
DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA		VALENCIA ALFARO, NEREA		
PLANO:	SUJECCIÓN BICICLETA	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
		14/06/2017	1:1	9




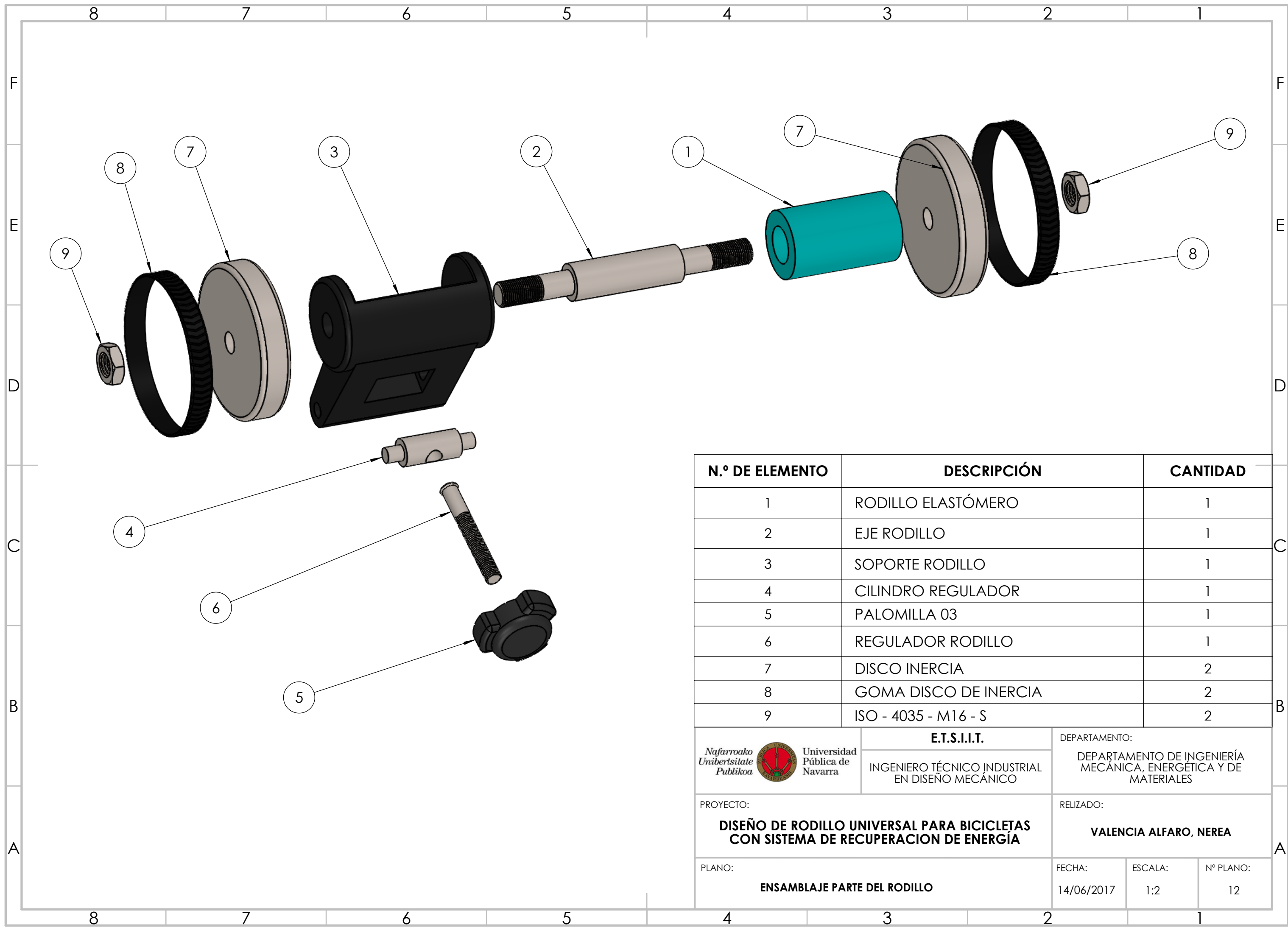
SECCIÓN B-B



<div><div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div></div></div>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO:			RELIZADO:		
DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA			VALENCIA ALFARO, NEREA		
PLANO:			FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
GOMA ANTIDESLIZANTE			14/06/2017	1:1	10

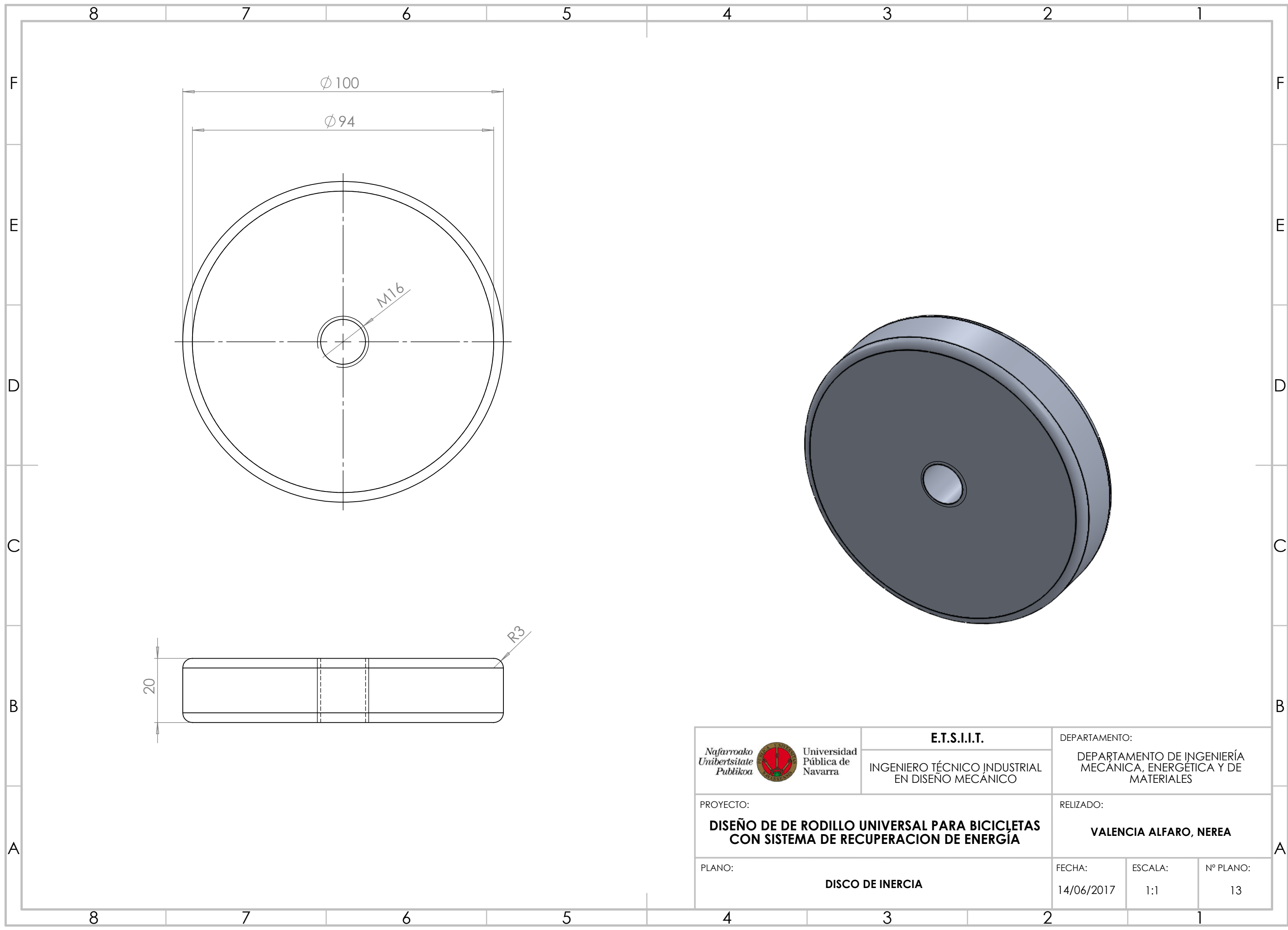


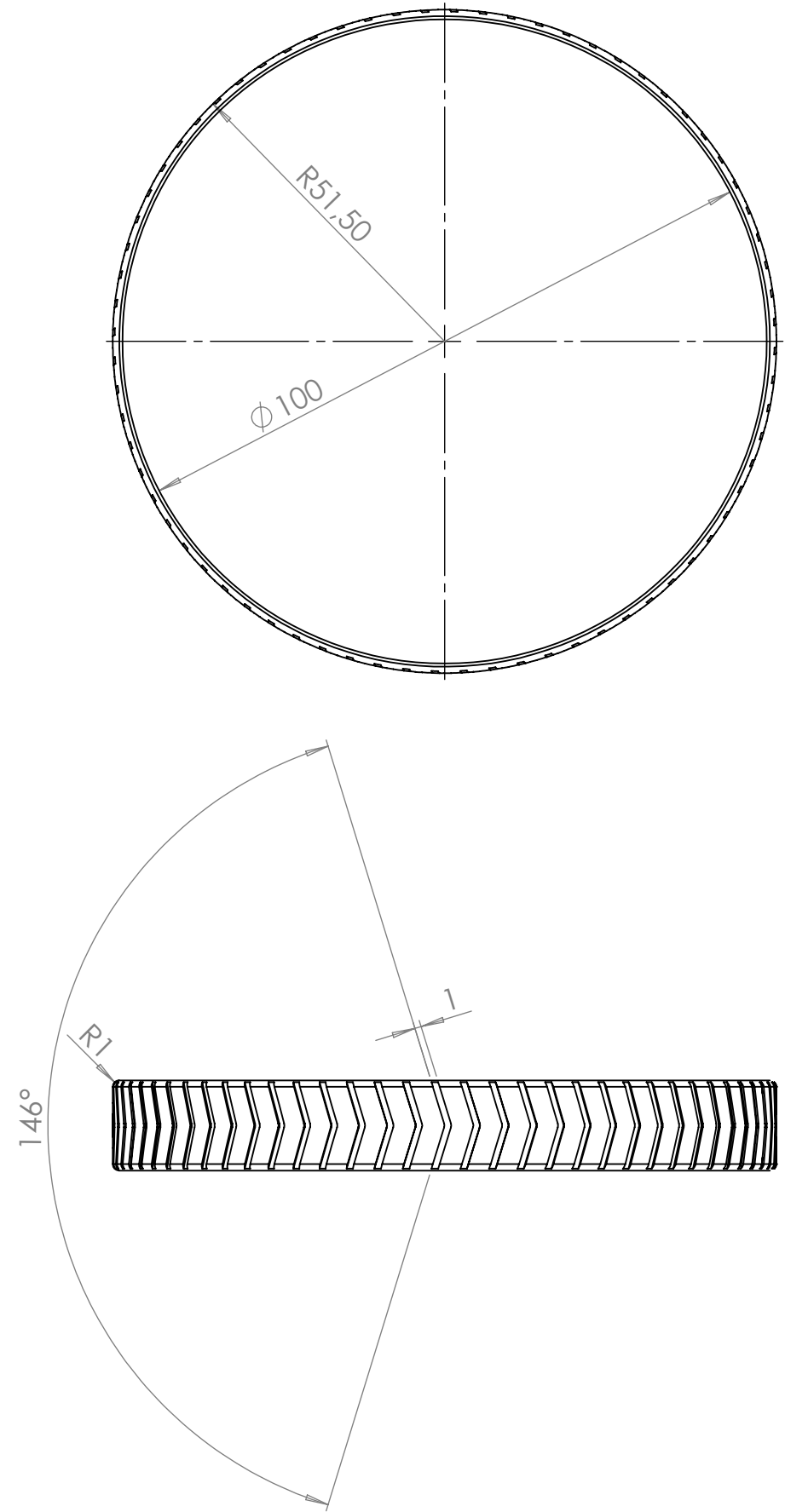
<div><div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div></div></div>		<div>E.T.S.I.I.T.</div> <div>INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO</div>	<div>DEPARTAMENTO:</div> <div>DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES</div>		
<div>PROYECTO:</div> <div>DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA</div>		<div>RELIZADO:</div> <div>VALENCIA ALFARO, NEREA</div>			
<div>PLANO:</div> <div>ENSAMBLAJE PARTE RODILLO</div>		<div>FECHA:</div> <div>14/06/2017</div>	<div>ESCALA:</div> <div>1:1</div>	<div>Nº PLANO:</div> <div>11</div>	




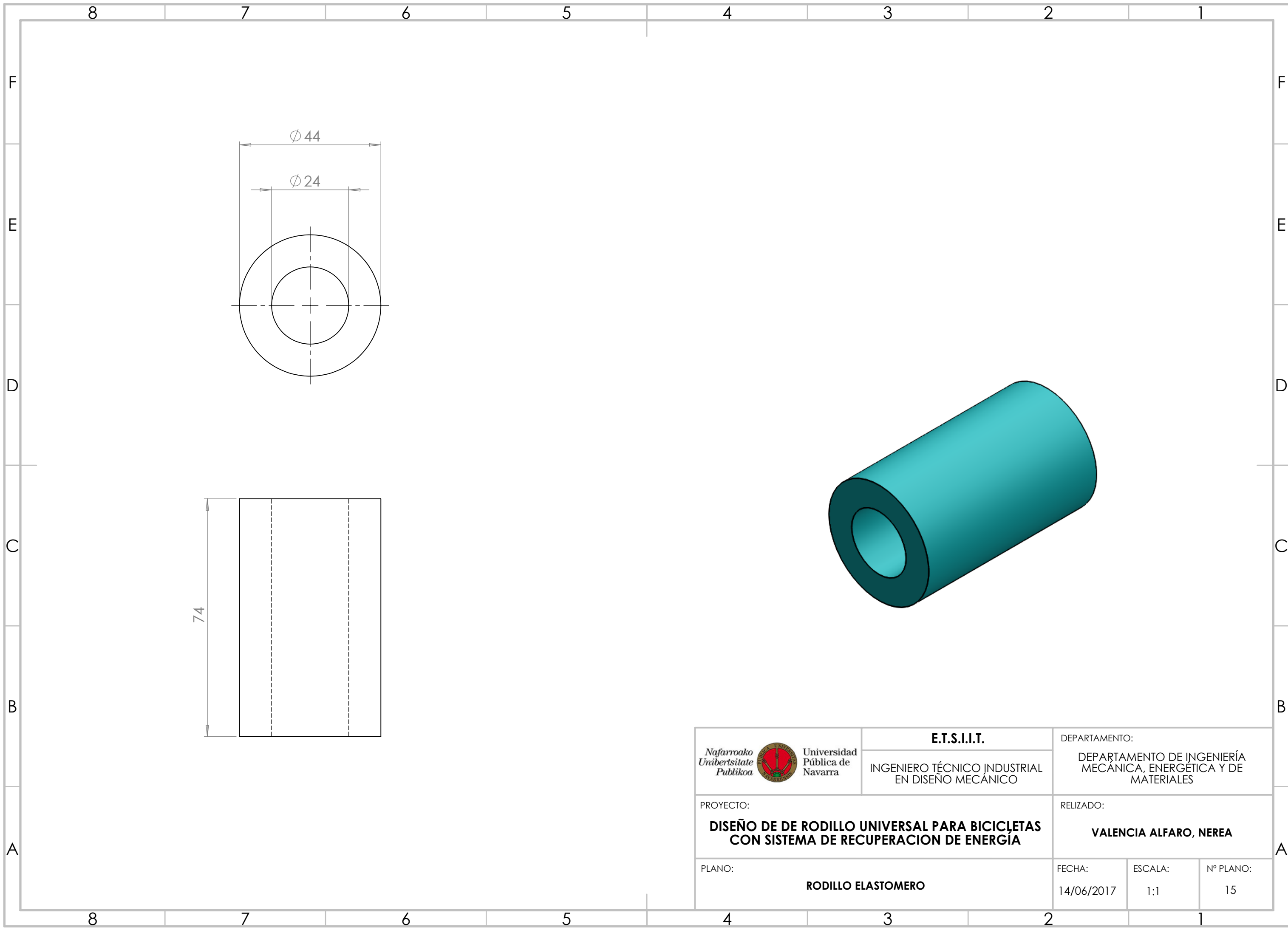
N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	RODILLO ELASTÓMERO	1
2	EJE RODILLO	1
3	SOPORTE RODILLO	1
4	CILINDRO REGULADOR	1
5	PALOMILLA 03	1
6	REGULADOR RODILLO	1
7	DISCO INERCIA	2
8	GOMA DISCO DE INERCIA	2
9	ISO - 4035 - M16 - S	2


<div><div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div></div></div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO			
PROYECTO: DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA		RELIZADO: VALENCIA ALFARO, NEREA		
PLANO: ENSAMBLAJE PARTE DEL RODILLO	FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:2	Nº PLANO: 12	

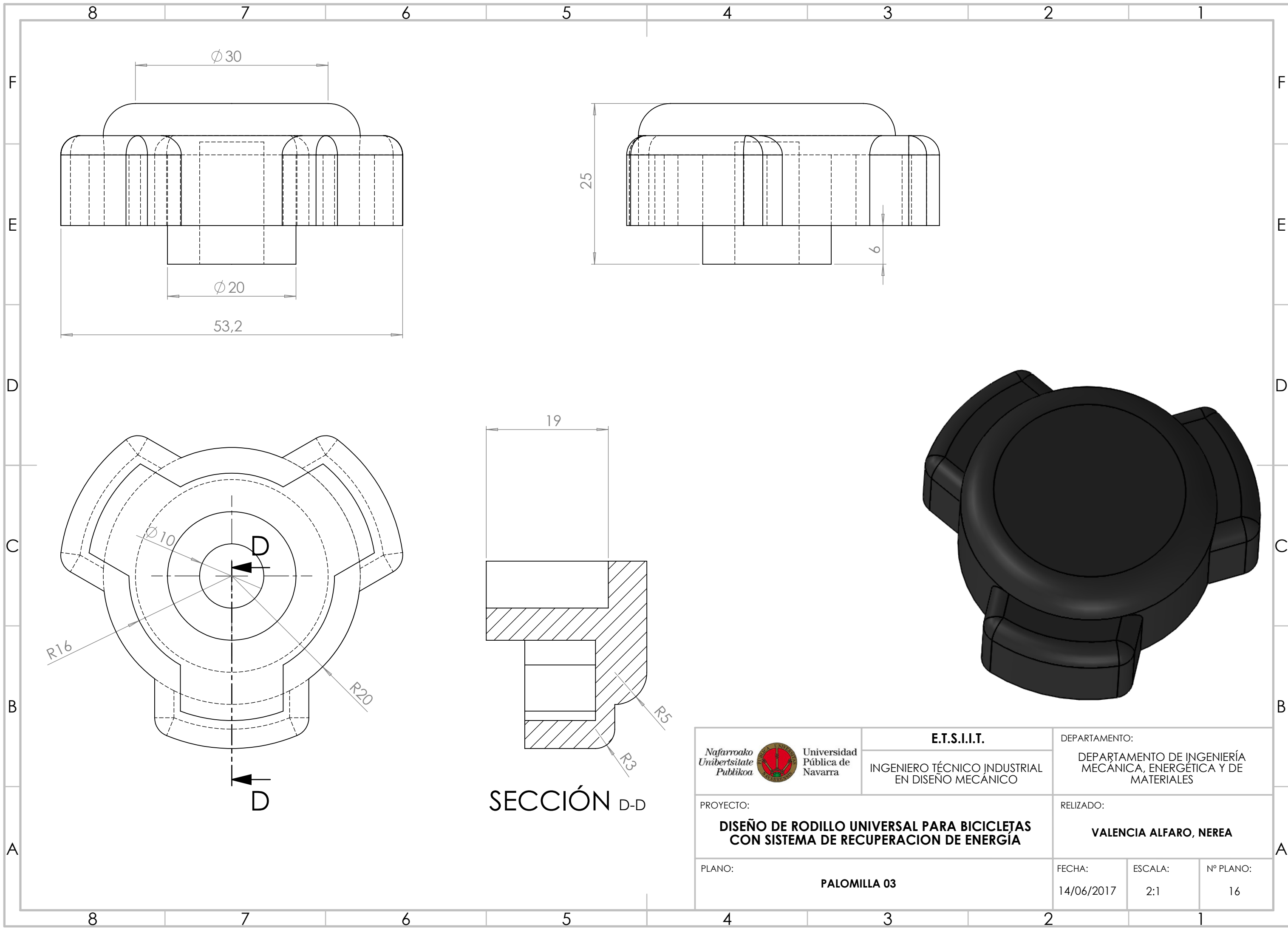




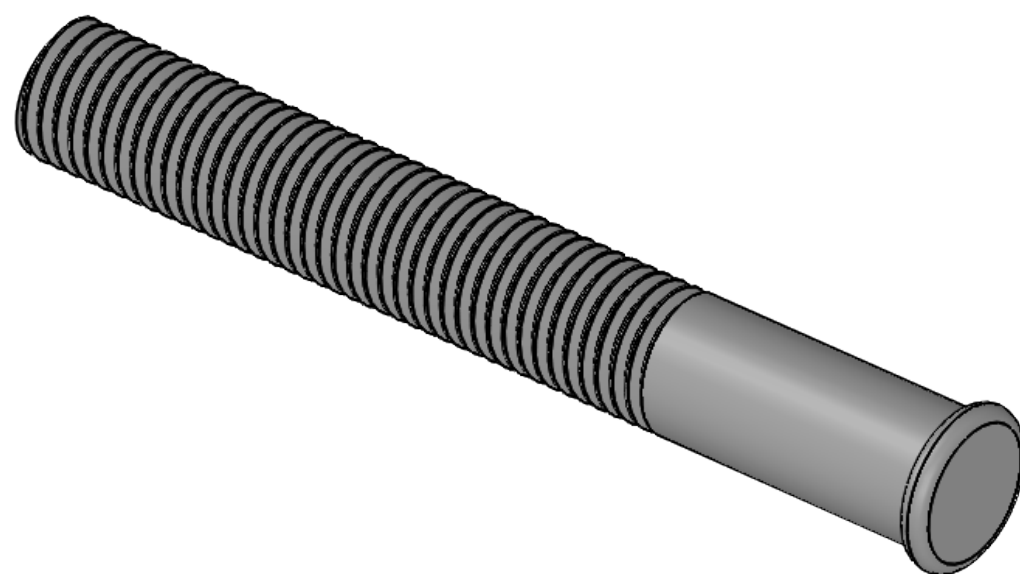
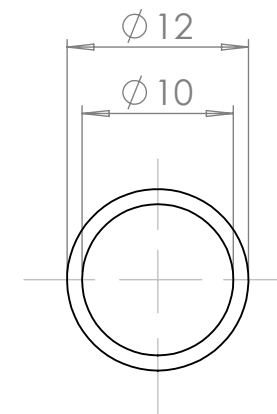
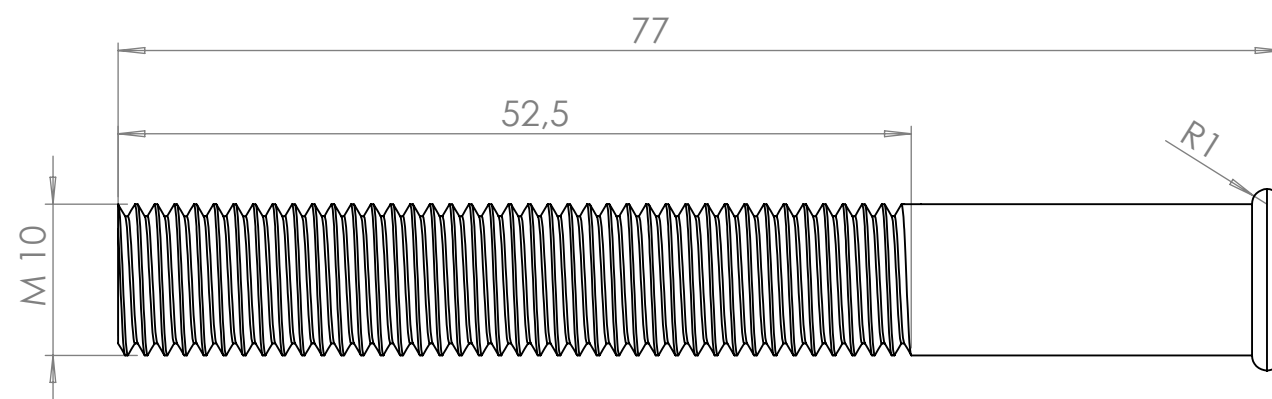
<div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div></div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO:		RELIZADO:		
DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA		VALENCIA ALFARO, NEREA		
PLANO:	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	
GOMA DISCO DE INERCIA	14/06/2017	1:1	14	




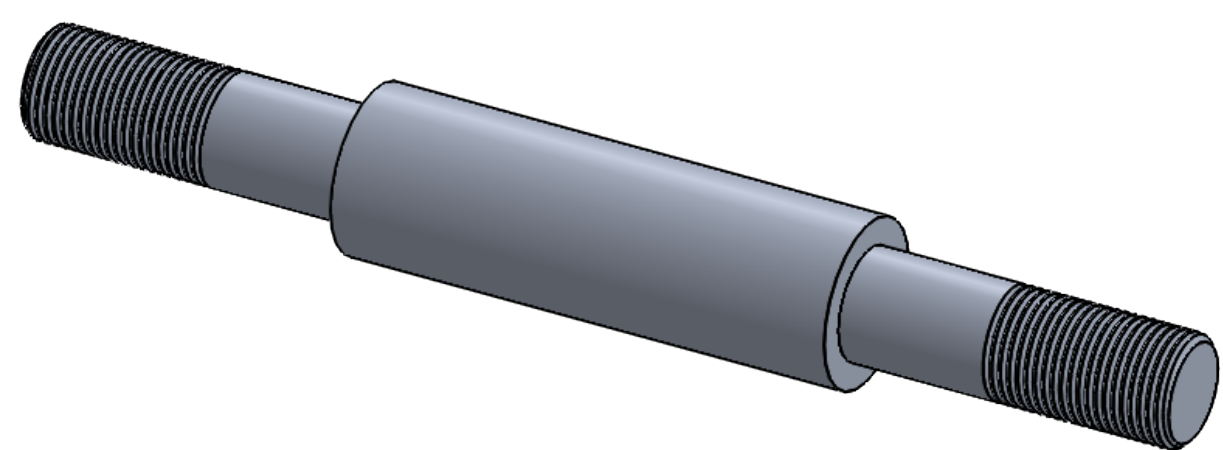
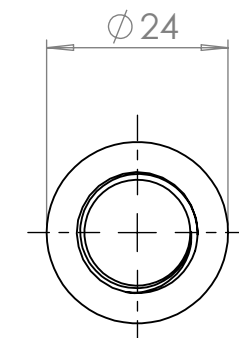
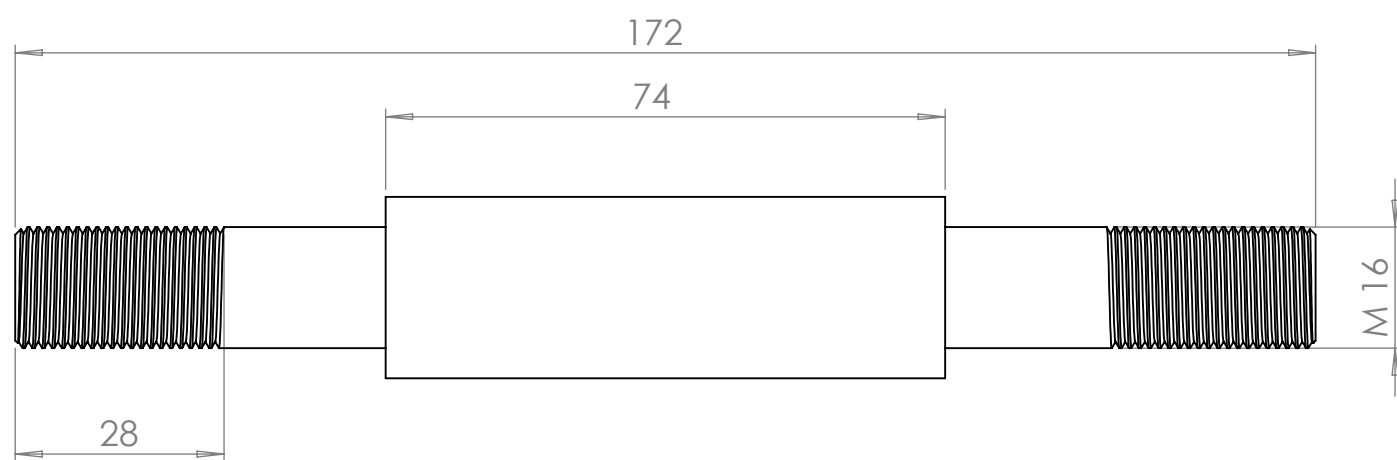
<div><div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div></div></div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	RELIZADO: VALENCIA ALFARO, NEREA		
PROYECTO: DISEÑO DE DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA		FECHA: 14/06/2017		
PLANO: RODILLO ELASTOMERO		ESCALA: 1:1	Nº PLANO: 15	



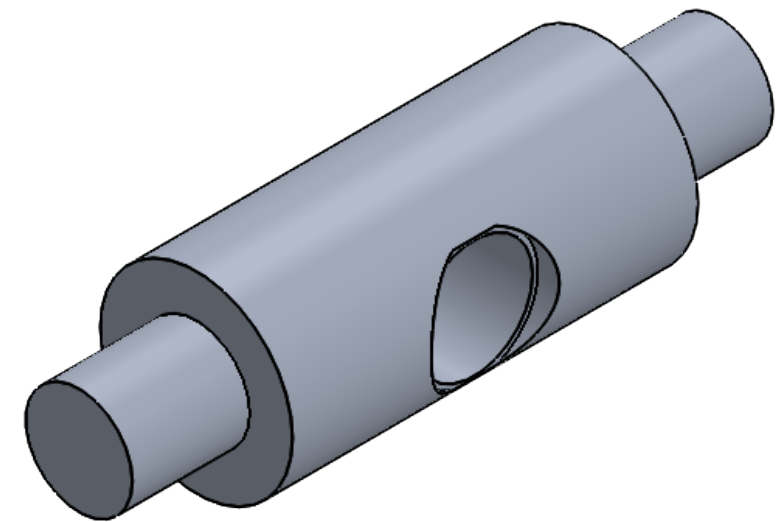
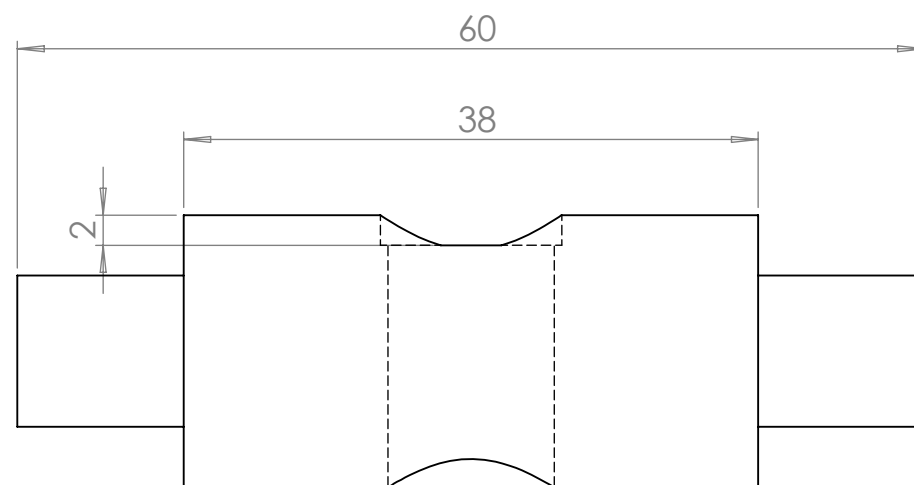
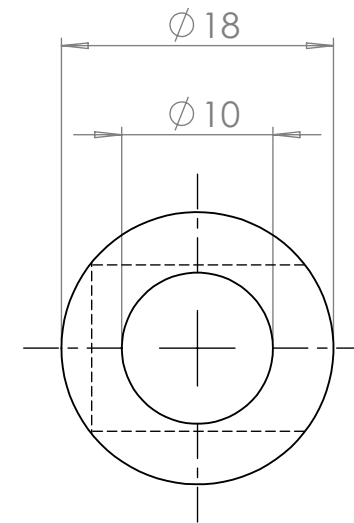
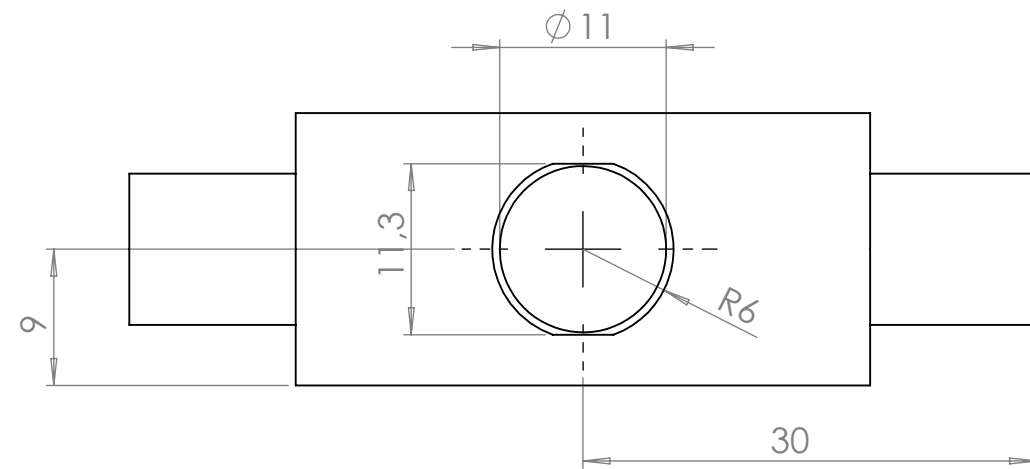
<div><div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div><div><div>Universidad Pública de Navarra</div></div></div>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO:			RELIZADO:		
DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA			VALENCIA ALFARO, NEREA		
PLANO:			FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
PALOMILLA 03			14/06/2017	2:1	16




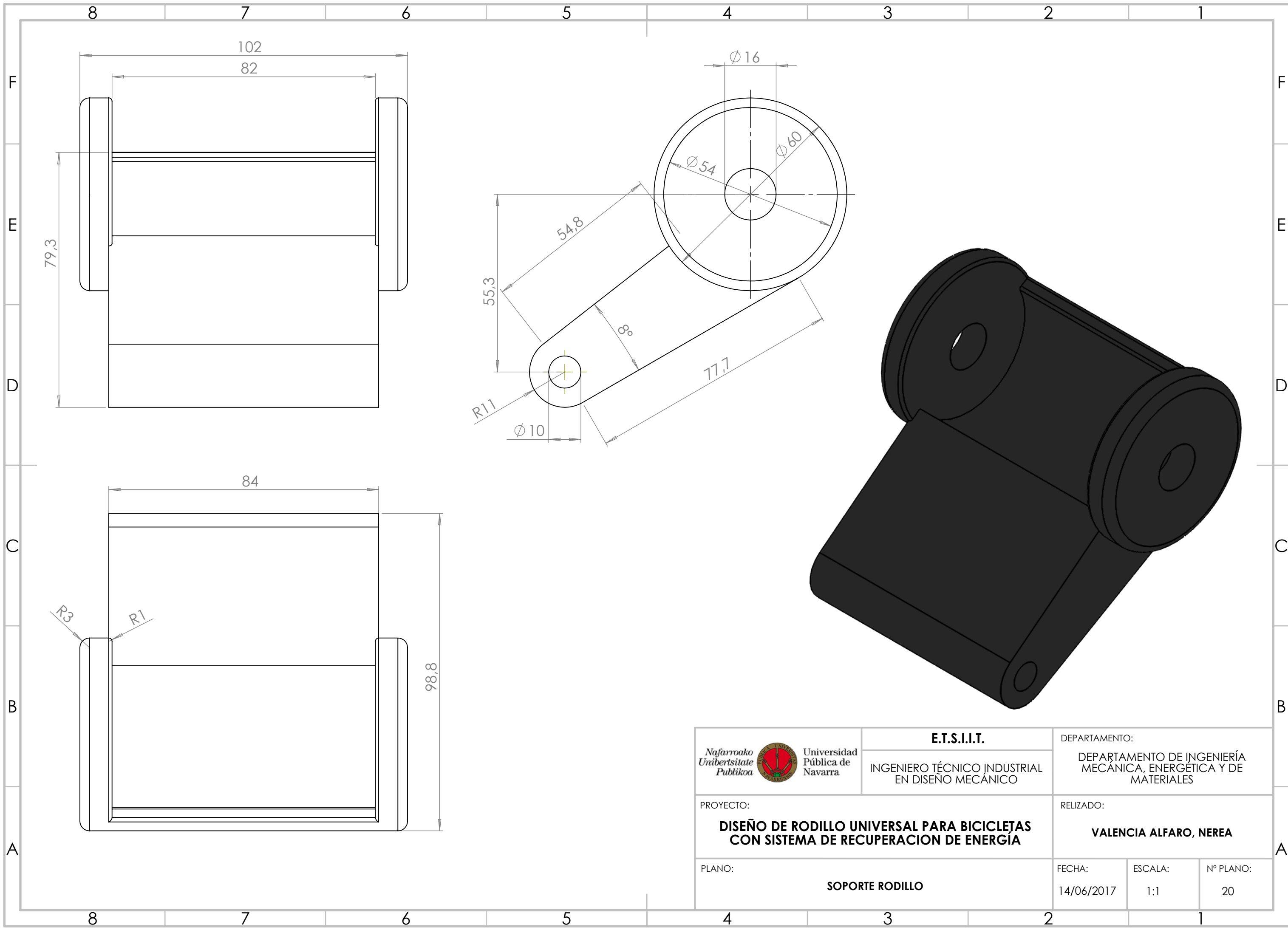
<div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div> <div></div> <div>Universidad Pública de Navarra</div>	<div>E.T.S.I.I.T.</div>	<div>DEPARTAMENTO:</div>		
	<div>INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO</div>	<div>DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES</div>		
<div>PROYECTO:</div> <div>DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA</div>		<div>RELIZADO:</div> <div>VALENCIA ALFARO, NEREA</div>		
<div>PLANO:</div> <div>REGULADOR RODILLO</div>	<div>FECHA:</div> <div>14/06/2017</div>	<div>ESCALA:</div> <div>2:1</div>	<div>Nº PLANO:</div> <div>17</div>	



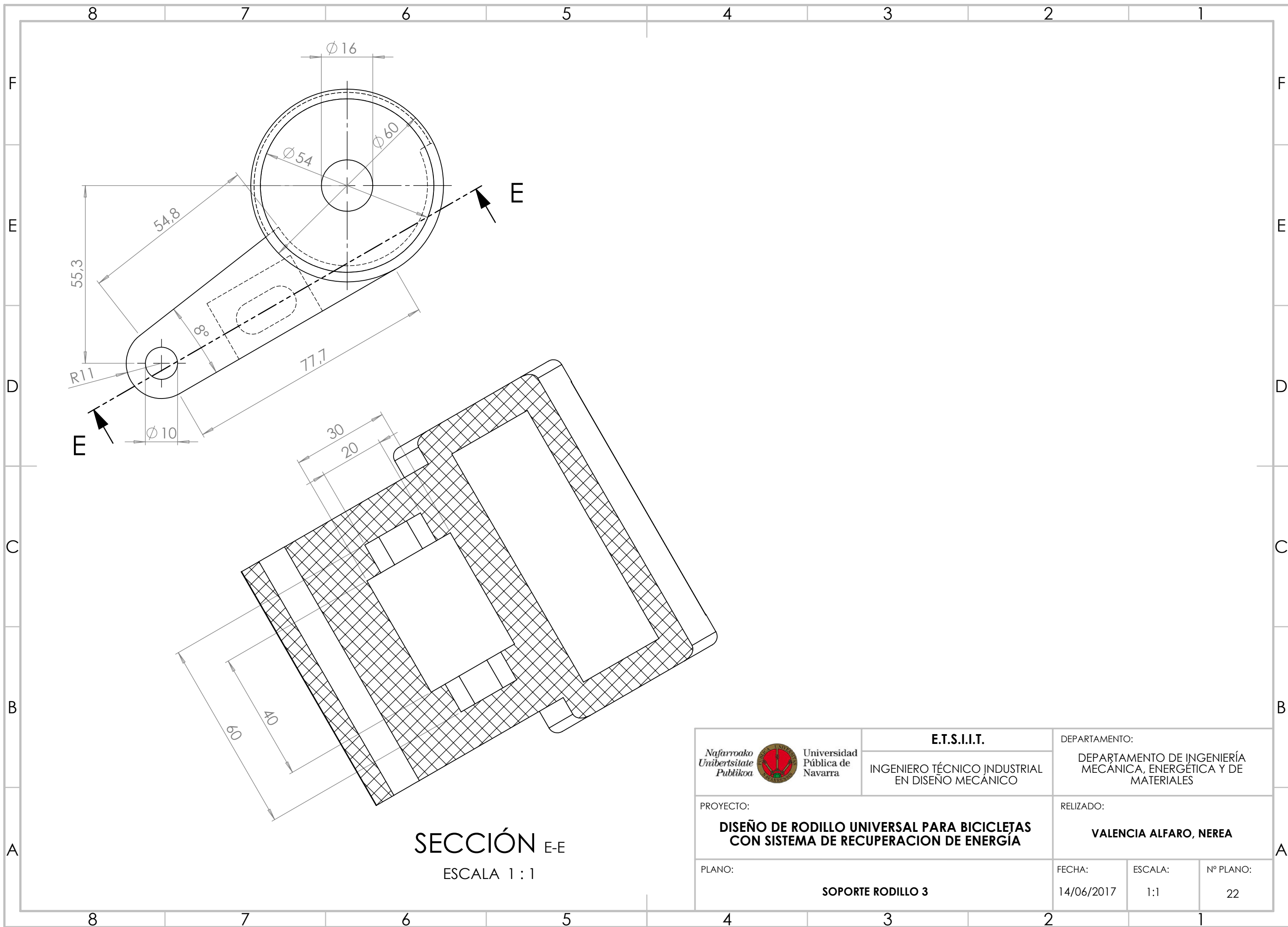
<div><div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div></div></div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO:		RELIZADO:		
DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA		VALENCIA ALFARO, NEREA		
PLANO:	EJE RODILLO	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
		14/06/2017	1:1	18




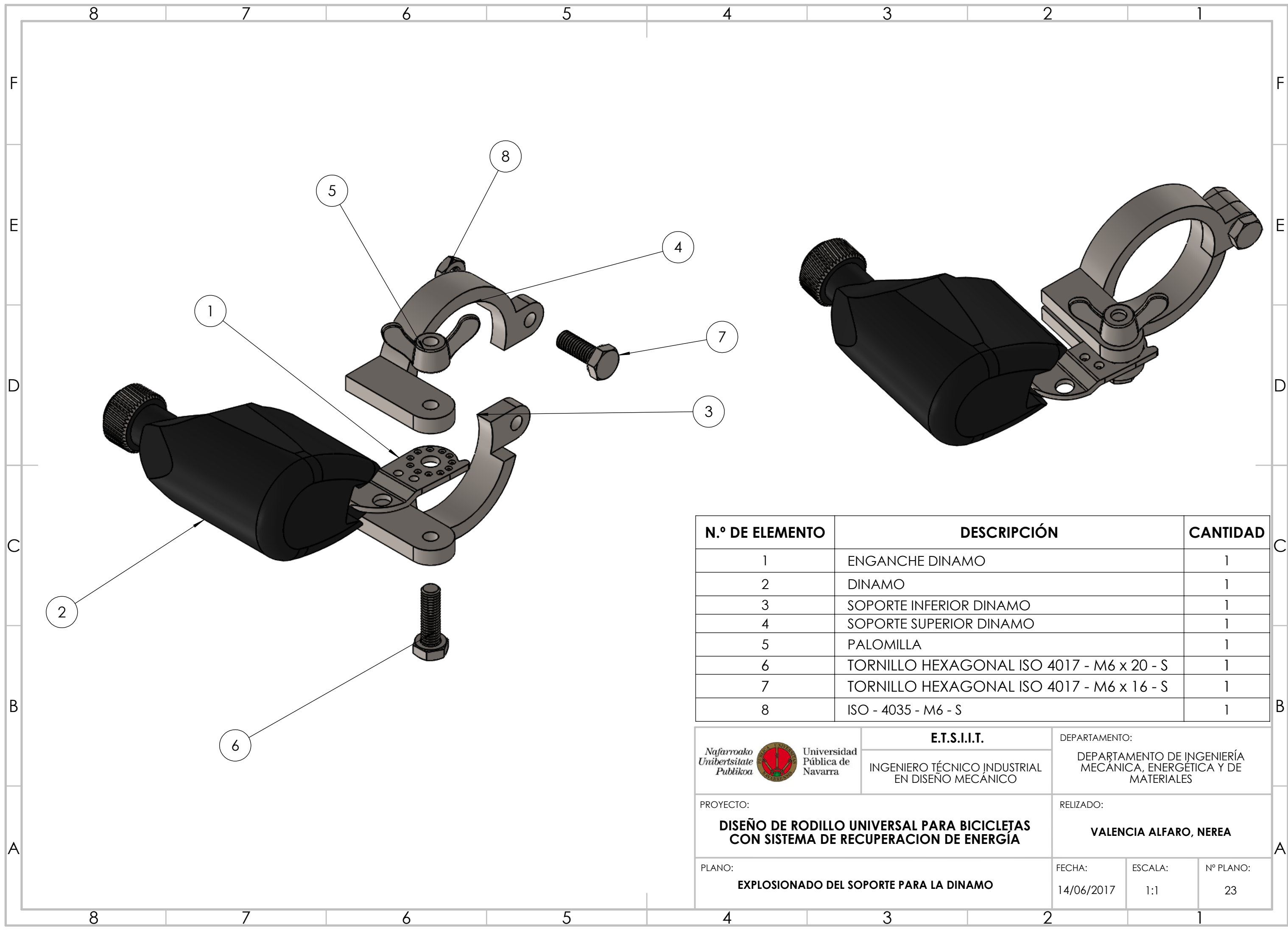
<div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div> <div></div> <div>Universidad Pública de Navarra</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
PROYECTO:		RELIZADO:		
DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA		VALENCIA ALFARO, NEREA		
PLANO:	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	
CILINDRO REGULADOR	14/06/2017	2:1	19	



<div><div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div></div></div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	RELIZADO: VALENCIA ALFARO, NEREA		
PROYECTO: DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA		FECHA: 14/06/2017		
PLANO: SOPORTE RODILLO		ESCALA: 1:1	Nº PLANO: 20	

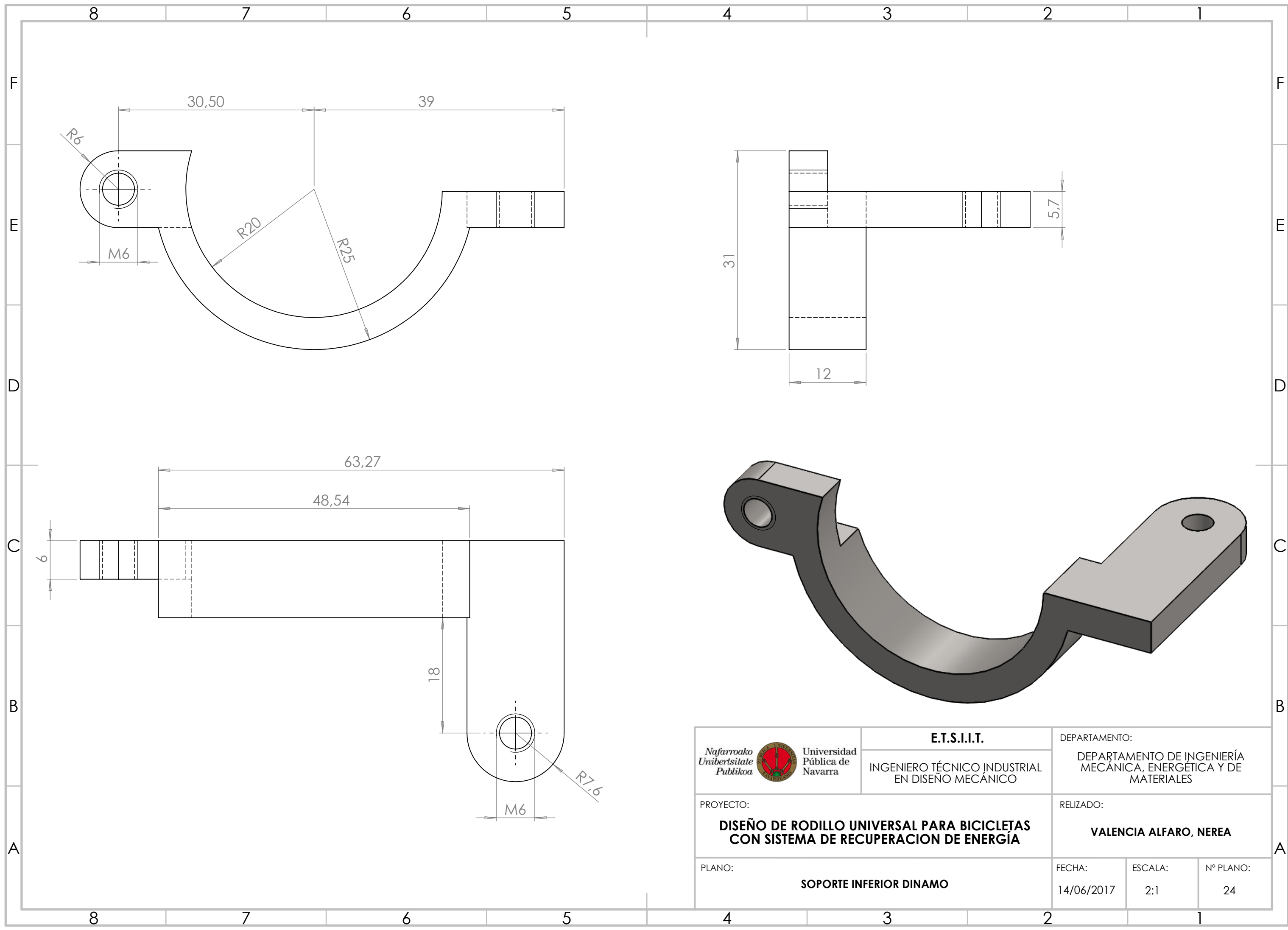


 Nafarroako Unibertsitate Publikoa Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	RELIZADO: VALENCIA ALFARO, NEREA		
PROYECTO: DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA		FECHA: 14/06/2017		
PLANO: SOPORTE RODILLO 3		ESCALA: 1:1	Nº PLANO: 22	

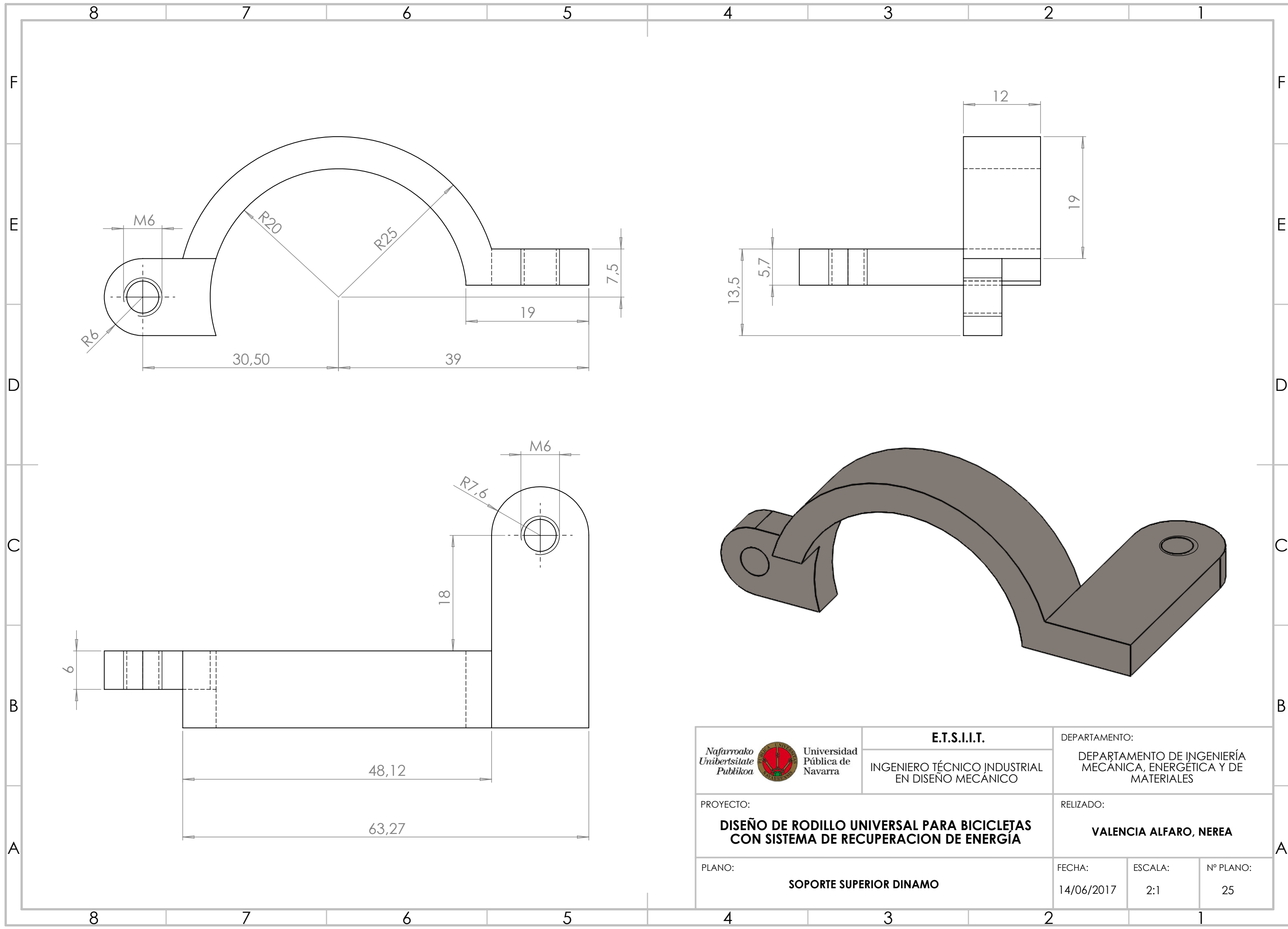



N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	ENGANCHE DINAMO	1
2	DINAMO	1
3	SOPORTE INFERIOR DINAMO	1
4	SOPORTE SUPERIOR DINAMO	1
5	PALOMILLA	1
6	TORNILLO HEXAGONAL ISO 4017 - M6 x 20 - S	1
7	TORNILLO HEXAGONAL ISO 4017 - M6 x 16 - S	1
8	ISO - 4035 - M6 - S	1

<div><div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div></div></div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	RELIZADO: VALENCIA ALFARO, NEREA		
PROYECTO: DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA				
PLANO: EXPLOSIONADO DEL SOPORTE PARA LA DINAMO		FECHA: 14/06/2017	ESCALA: 1:1	Nº PLANO: 23



  <div>Universidad Pública de Navarra</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	RELIZADO: VALENCIA ALFARO, NEREA		
PROYECTO: DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA		FECHA: 14/06/2017		
PLANO: SOPORTE INFERIOR DINAMO		ESCALA: 2:1	Nº PLANO: 24	



  <div>Universidad Pública de Navarra</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN DISEÑO MECÁNICO	RELIZADO: VALENCIA ALFARO, NEREA		
PROYECTO: DISEÑO DE RODILLO UNIVERSAL PARA BICICLETAS CON SISTEMA DE RECUPERACION DE ENERGÍA		FECHA: 14/06/2017		
PLANO: SOPORTE SUPERIOR DINAMO		ESCALA: 2:1	Nº PLANO: 25	